

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

Jc903 U.S. PRO
09/899649



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日
Date of Application:

2000年 7月19日

出 願 番 号
Application Number:

特願2000-219451

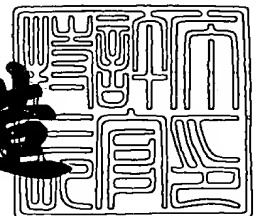
出 願 人
Applicant(s):

日東電工株式会社

2001年 6月 5日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3052927

【書類名】 特許願

【整理番号】 P12-427

【提出日】 平成12年 7月19日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 B01D 63/10

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号 日東電工株式会社
 内

 【氏名】 安藤 雅明

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号 日東電工株式会社
 内

 【氏名】 石井 勝規

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号 日東電工株式会社
 内

 【氏名】 石原 悟

【特許出願人】

 【識別番号】 000003964

 【氏名又は名称】 日東電工株式会社

 【代表者】 山本 英樹

【代理人】

 【識別番号】 100098305

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 福島 祥人

 【電話番号】 06-6330-5625

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 032920

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9505718

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 スパイラル型膜エレメントおよびスパイラル型膜モジュールの
運転方法ならびにスパイラル型膜モジュール

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 有孔中空管の外周面に袋状の分離膜が巻回されてなり、0.05MPa よりも高く0.3MPa 以下の背圧で逆流洗浄が可能なスパイラル型膜エレメントの運転方法であって、分離膜面に接する液中に連続的または間欠的に気泡を散出させることを特徴とするスパイラル型膜エレメントの運転方法。

【請求項 2】 有孔中空管の外周面に袋状の分離膜が巻回されてなり、0.05MPa よりも高く0.3MPa 以下の背圧で逆流洗浄が可能なスパイラル型膜エレメントの運転方法であって、分離膜面に接する液に連続的または間欠的に超音波振動を付与することを特徴とするスパイラル型膜エレメントの運転方法。

【請求項 3】 前記分離膜は多孔性シート材の一面に透過性膜体が接合されてなり、前記透過性膜体は前記多孔性シート材の一面に投錨状態で接合されたことを特徴とする請求項 1 または 2 記載のスパイラル型膜エレメントの運転方法。

【請求項 4】 1 または複数のスパイラル型膜エレメントが圧力容器内に收容されてなるスパイラル型膜モジュールの運転方法であって、前記スパイラル型膜エレメントは、有孔中空管の外周面に袋状の分離膜が巻回されてなり、0.05MPa よりも高く0.3MPa 以下の背圧で逆流洗浄が可能であり、前記圧力容器内の液中に気泡を散出させることを特徴とするスパイラル型膜モジュールの運転方法。

【請求項 5】 運転時に、前記スパイラル型膜エレメントの端部から原液を供給しつつ前記原液中に気泡を散出させ、前記有孔中空管の少なくとも一方の開口端から透過液を取り出すことを特徴とする請求項 4 記載のスパイラル型膜モジュールの運転方法。

【請求項 6】 洗浄時に、前記有孔中空管の少なくとも一方の開口端から洗浄液を導入して前記スパイラル型膜エレメントの少なくとも一端部から洗浄液を排出させることにより0.05MPa よりも高く0.3MPa 以下の背圧で前記分離膜を逆流洗浄しつつ前記洗浄液中に気泡を散出させることを特徴とする請求

項 4 または 5 記載のスパイラル型膜モジュールの運転方法。

【請求項 7】 フラッシング時に、原液または洗浄液を前記スパイラル型膜エレメントの軸方向に流しつつ前記原液または前記洗浄液中に気泡を散出させることを特徴とする請求項 4 ～ 6 のいずれかに記載のスパイラル型膜モジュールの運転方法。

【請求項 8】 運転停止時に、前記圧力容器内に存在する原液または洗浄液中に気泡を散出させることを特徴とする請求項 4 ～ 7 のいずれかに記載のスパイラル型膜モジュールの運転方法。

【請求項 9】 有孔中空管の外周面に袋状の分離膜が巻回されてなり、0.05MPa よりも高く 0.3MPa 以下の背圧で逆流洗浄が可能であり、前記圧力容器内の液に連続的または間欠的に超音波振動を付与することを特徴とするスパイラル型膜モジュールの運転方法。

【請求項 10】 運転時に、前記スパイラル型膜エレメントの端部から原液を供給しつつ前記原液に超音波振動を付与し、前記有孔中空管の少なくとも一方の開口端から透過液を取り出すことを特徴とする請求項 9 記載のスパイラル型膜モジュールの運転方法。

【請求項 11】 洗浄時に、前記有孔中空管の少なくとも一方の開口端から洗浄液を導入して前記スパイラル型膜エレメントの少なくとも一端部から洗浄液を排出させることにより 0.05MPa よりも高く 0.3MPa 以下の背圧で前記分離膜を逆流洗浄しつつ前記洗浄液に超音波振動を付与することを特徴とする請求項 9 または 10 記載のスパイラル型膜モジュールの運転方法。

【請求項 12】 フラッシング時に、原液または洗浄液を前記スパイラル型膜エレメントの軸方向に流しつつ前記原液または前記洗浄液に超音波振動を付与することを特徴とする請求項 9 ～ 11 のいずれかに記載のスパイラル型膜モジュールの運転方法。

【請求項 13】 運転停止時に、前記圧力容器内に存在する原液または洗浄液に超音波振動を付与することを特徴とする請求項 9 ～ 12 のいずれかに記載のスパイラル型膜モジュールの運転方法。

【請求項 14】 運転時に、連続的または間欠的に一部の前記原液を前記ス

スパイラル型膜エレメントの軸方向に流して前記圧力容器の外部へ取り出すことを特徴とする請求項 5 または 1 0 記載のスパイラル型膜モジュールの運転方法。

【請求項 1 5】 前記圧力容器の外部へ取り出した原液を再び供給側へ戻すことを特徴とする請求項 1 4 記載のスパイラル型膜モジュールの運転方法。

【請求項 1 6】 1 または複数のスパイラル型膜エレメントが原液入口および原液出口を有する圧力容器内に收容されてなるスパイラル型膜モジュールであって、前記スパイラル型膜エレメントは、有孔中空管の外周面に袋状の分離膜が巻回されてなり、0. 0 5 M P a よりも高く 0. 3 M P a 以下の背圧で逆流洗浄が可能であり、前記圧力容器内の液中に気泡を散出させる散気装置および前記原液出口から前記圧力容器の外部に取り出された原液を前記原液入口に戻す循環系が設けられたことを特徴とするスパイラル型膜モジュール。

【請求項 1 7】 1 または複数のスパイラル型膜エレメントが圧力容器内に收容されてなるスパイラル型膜モジュールであって、前記スパイラル型膜エレメントは、有孔中空管の外周面に袋状の分離膜が巻回されてなり、0. 0 5 M P a よりも高く 0. 3 M P a 以下の背圧で逆流洗浄が可能であり、前記圧力容器内の液に超音波振動を付与する超音波発振子が設けられたことを特徴とするスパイラル型膜モジュール。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、逆浸透膜分離装置、限外濾過膜分離装置、精密濾過膜分離装置等の膜分離装置に用いられるスパイラル型膜エレメントおよびスパイラル型膜モジュールの運転方法ならびにスパイラル型膜モジュールに関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

近年、浄水処理および排水処理への膜分離技術の適用が広がり、従来困難であった液質への膜分離技術の応用がなされている。特に、膜分離技術を用いた産業排水の回収および再利用が強く求められている。

【0 0 0 3】

このような膜分離に使用される膜エレメントの形態としては、単位体積当たりの膜面積（体積効率）の点から中空糸型膜エレメントが多く使用されている。しかし、中空糸型膜エレメントは、膜が折れやすく、膜が折れると、原水が透過水に混ざり、分離性能が低下するという欠点を有している。

【 0 0 0 4 】

そこで、中空糸型膜エレメントに代えて、スパイラル型膜エレメントを適用することが提案されている。このスパイラル型膜エレメントは、中空糸型膜エレメントと同様に単位体積当たりの膜面積を大きくとれ、しかも分離性能を維持でき、信頼性が高いという利点を有している。

【 0 0 0 5 】

【発明が解決しようとする課題】

排水は多くの懸濁物質、コロイド性物質または溶存性物質を含むため、このような排水に膜分離を行うと、これらの懸濁物質、コロイド性物質または溶存性物質が汚染物質として膜面に堆積し、水の透過速度の低下を引き起こす。特に、全量濾過を行う場合においては汚染物質が膜面に堆積しやすく、水の透過速度の低下が顕著であり、安定した濾過運転を続けることが困難である。

【 0 0 0 6 】

膜面への汚染物質の堆積を防止するためには、クロスフロー濾過が行われる。このクロスフロー濾過は、原水を膜面に対して平行に流すことにより、膜面と流体との界面で生じる剪断力を利用して膜面への汚染物質の堆積を防止するものである。このようなクロスフロー濾過においては、汚染物質の膜面への堆積を防ぐために十分な膜面線速を得ることが必要であり、そのためには十分な流量の原水を膜面に対して平行に流す必要がある。しかしながら、膜面に平行に流す原水の流量を大きくすると、スパイラル型膜エレメント当たりの回収率が低くなるうえ、原水を供給するポンプが大きいものとなり、システムコストも非常に大きくなる。

【 0 0 0 7 】

一方、膜面に堆積した汚染物質を逆流洗浄により取り除くことも行われる。逆流洗浄は、中空糸型膜エレメントでは一般的に行われている。

【0008】

スパイラル型膜エレメントへの逆流洗浄の適用は、例えば特公平6-98276号公報に提案されている。しかし、従来のスパイラル型膜エレメントの分離膜は、背圧強度が低いため、逆流洗浄において分離膜に背圧が加わると、分離膜が破損するおそれがある。そのため、上記の公報によると、スパイラル型膜エレメントに $0.1 \sim 0.5 \text{ kg/cm}^2$ ($0.01 \sim 0.05 \text{ MPa}$) という低い背圧で逆流洗浄を行うことが好ましいとされている。

【0009】

しかし、本発明者の実験によると、スパイラル型膜エレメントにおいてこのような背圧で逆流洗浄を行った場合、汚染物質の除去を充分に行うことが困難であり、長時間にわたって高い透過流束を維持することはできなかった。

【0010】

一方、本発明者は、特開平10-225626号公報に背圧強度が 2 kgf/cm^2 以上の分離膜の構造および製造方法を提案している。しかしながら、このような背圧強度を有する分離膜を用いてスパイラル型膜エレメントを作製した場合に、実際にどのような背圧で逆流洗浄を行うことが可能となるか、また、どのような範囲の背圧で逆流洗浄を行った場合に長期間にわたって高い透過流束を維持できるかについては十分に検証されていなかった。さらに、上記のような背圧強度の高い分離膜を有するスパイラル型膜エレメントの運転方法およびこのようなスパイラル型膜エレメントを備えたスパイラル型膜モジュールの運転方法については検証されていなかった。

【0011】

このような背圧強度の高い分離膜を用いた場合でも、最適な洗浄条件および洗浄方法を適用しかつ最適な運転方法により濾過運転を行わなければ、スパイラル型膜エレメントおよびスパイラル型膜モジュールにおいて長期間にわたって透過流束の低下を生じることなく安定した濾過運転を続けることができない。

【0012】

本発明の目的は、長期間にわたって高い透過流束を維持しつつ低コストで安定した濾過運転を行うことができるスパイラル型膜エレメントおよびスパイラル型

膜モジュールの運転方法を提供することである。

【 0 0 1 3 】

本発明の他の目的は、低コスト化が可能でかつ洗浄が容易で信頼性の高いスパイラル型膜モジュールを提供することである。

【 0 0 1 4 】

【課題を解決するための手段および発明の効果】

第 1 の発明に係るスパイラル型膜エレメントの運転方法は、有孔中空管の外周面に袋状の分離膜が巻回されてなり、 0.05MPa よりも高く 0.3MPa 以下の背圧で逆流洗浄が可能なスパイラル型膜エレメントの運転方法であって、スパイラル型膜エレメントの分離膜面に接する液中に連続的または間欠的に気泡を散出させるものである。

【 0 0 1 5 】

本発明に係るスパイラル型膜エレメントの運転方法によれば、スパイラル型膜エレメントの分離膜面に接する液中に気泡を散出させることにより、スパイラル型膜エレメントの分離膜面に散気流が形成される。それにより、液中の汚染物質がスパイラル型膜エレメントの膜面に付着するのを抑制することが可能になる。さらに、スパイラル型膜エレメントの膜面に付着した汚染物質を剥離させることが可能になる。

【 0 0 1 6 】

それにより、スパイラル型膜エレメントにおいて、安定した運転を長期間継続して行うことが可能となる。

【 0 0 1 7 】

洗浄時には、洗浄液が有孔中空管の少なくとも一方の開口端から導入される。その洗浄液は、有孔中空管の外周面から袋状の分離膜の内部に導出され、その分離膜を濾過時と逆方向に透過する。それにより、分離膜が逆流洗浄され、分離膜の膜面に堆積した汚染物質が分離膜から剥離される。

【 0 0 1 8 】

この場合、 0.05MPa よりも高く 0.3MPa 以下の背圧で分離膜を逆流洗浄することができるので、短時間に必要量の洗浄液を流すことができる。それ

により、分離膜の膜面に堆積した汚染物質を効果的に除去することができる。その結果、膜面に汚染物質が堆積しやすい全量濾過においても、長期間にわたって高い透過流束を維持しつつ安定した濾過運転を行うことが可能となる。

【0019】

以上のように、上記のスパイラル型膜エレメントの運転方法によれば、濾過を安定して行うことができるため、効率よく透過液を得ることが可能となる。また、原液を供給するポンプに大きなものを用いる必要がなく、システムの規模を小さくすることが可能となる。それにより、システムコストが低減される。

【0020】

第2の発明に係るスパイラル型膜エレメントの運転方法は、有孔中空管の外周面に袋状の分離膜が巻回されてなり、0.05MPaよりも高く0.3MPa以下の背圧で逆流洗浄が可能なスパイラル型膜エレメントの運転方法であって、スパイラル型膜エレメントの分離膜面に接する液に連続的または間欠的に超音波振動を付与するものである。

【0021】

本発明に係るスパイラル型膜エレメントの運転方法によれば、スパイラル型膜エレメントの分離膜面に接する液に超音波振動を付与することにより、液中の汚染物質を分散させ、スパイラル型膜エレメントの膜面に汚染物質が付着するのを抑制することが可能になる。また、スパイラル型膜エレメントも振動するため、スパイラル型膜エレメントの膜面に付着した汚染物質を剥離させることが可能になる。

【0022】

それにより、スパイラル型膜エレメントにおいて、安定した運転を長期間継続して行うことが可能となる。

【0023】

洗浄時には、洗浄液が有孔中空管の少なくとも一方の開口端から導入される。その洗浄液は、有孔中空管の外周面から袋状の分離膜の内部に導出され、その分離膜を濾過時と逆方向に透過する。それにより、分離膜が逆流洗浄され、分離膜の膜面に堆積した汚染物質が分離膜から剥離される。

【 0 0 2 4 】

この場合、0.05MPaよりも高く0.3MPa以下の背圧で分離膜を逆流洗浄することができるので、短時間に必要量の洗浄液を流すことができる。それにより、分離膜の膜面に堆積した汚染物質を効果的に除去することができる。その結果、膜面に汚染物質が堆積しやすい全量濾過においても、長期間にわたって高い透過流束を維持しつつ安定した濾過運転を行うことが可能となる。

【 0 0 2 5 】

以上のように、上記のスパイラル型膜エレメントの運転方法によれば、濾過を安定して行うことができるため、効率よく透過液を得ることが可能となる。また、原液を供給するポンプに大きなものを用いる必要がなく、システムの規模を小さくすることが可能となる。それにより、システムコストが低減される。

【 0 0 2 6 】

分離膜は多孔性シート材の一面に透過性膜体が接合されてなり、透過性膜体は多孔性シート材の一面に投錨状態で接合されてなってもよい。このような分離膜においては、多孔性シート材と透過性膜体との接合が強化され、分離膜の背圧強度が向上する。それにより、0.05MPaよりも高く0.3MPa以下の背圧でスパイラル型膜エレメントの分離膜の破損を生じることなく十分に逆流洗浄することが可能となる。

【 0 0 2 7 】

特に、分離膜の背圧強度は0.2MPa以上であることが好ましい。これにより、高い背圧での逆流洗浄が可能となり、膜洗浄を十分に行うことによって長期間安定した膜分離処理を行うことができる。

【 0 0 2 8 】

特に、多孔性シート材は合成樹脂からなる織布、不織布、メッシュ状ネットまたは発泡焼結シートからなることが好ましい。

【 0 0 2 9 】

さらに、多孔性シート材は、厚みが0.08mm以上0.15mm以下でかつ密度が 0.5 g/cm^3 以上 0.8 g/cm^3 以下の不織布からなることが好ましい。

【 0 0 3 0 】

これにより、0.2 MPa 以上の背圧強度を得るとともに、補強シートとしての強度を確保しつつ、透過抵抗の増大および透過性膜体の剥離を防止することができる。

【 0 0 3 1 】

第3の発明に係るスパイラル型膜モジュールの運転方法は、1または複数のスパイラル型膜エレメントが圧力容器内に收容されてなるスパイラル型膜モジュールの運転方法であって、スパイラル型膜エレメントは、有孔中空管の外周面に袋状の分離膜が巻回されてなり、0.05 MPa よりも高く0.3 MPa 以下の背圧で逆流洗浄が可能であり、圧力容器内の液中に連続的または間欠的に気泡を散出させるものである。

【 0 0 3 2 】

本発明に係るスパイラル型膜モジュールの運転方法によれば、圧力容器内の液中に気泡を散出させることにより、スパイラル型膜エレメントの分離膜面に散気流が形成される。それにより、液中の汚染物質がスパイラル型膜エレメントの膜面に付着するのを抑制することが可能になる。さらに、スパイラル型膜エレメントの膜面に付着した汚染物質を剥離させることが可能になる。

【 0 0 3 3 】

運転時に、スパイラル型膜エレメントの端部から原液を供給しつつ原液中に気泡を散出させ、有孔中空管の少なくとも一方の開口端から透過液を取り出してもよい。この場合、原液中の汚染物質がスパイラル型膜エレメントの膜面で捕捉される。

【 0 0 3 4 】

ここで、原液中に気泡を散出させることにより、スパイラル型膜エレメントの分離膜面に散気流が形成される。それにより、原液中の汚染物質がスパイラル型膜エレメントの膜面に付着するのを抑制することが可能になるとともに、スパイラル型膜モジュールの内部、特に、スパイラル型膜エレメントの膜面に付着した汚染物質を剥離させることが可能となる。

【 0 0 3 5 】

また、洗浄時に、有孔中空管の少なくとも一方の開口端から洗浄液を導入してスパイラル型膜エレメントの少なくとも一端部から洗浄液を排出させることにより0.05MPaよりも高く0.3MPa以下の背圧で分離膜を逆流洗浄しつつ洗浄液中に気泡を散出させてもよい。

【0036】

洗浄時には、洗浄液が有孔中空管の少なくとも一方の開口端から導入される。その洗浄液は、有孔中空管の外周面から袋状の分離膜の内部に導出され、その分離膜を濾過時と逆方向に透過する。それにより、分離膜が逆流洗浄され、分離膜の膜面に堆積した汚染物質が分離膜から剥離される。

【0037】

この場合、0.05MPaよりも高く0.3MPa以下の背圧で分離膜を逆流洗浄するので、短時間に必要量の洗浄液を流すことができる。それにより、分離膜の膜面に堆積した汚染物質を効果的に除去することができる。その結果、膜面に汚染物質が堆積しやすい全量濾過においても、長期間にわたって高い透過流束を維持しつつ安定した濾過運転を行うことが可能となる。

【0038】

ここで、洗浄液中に気泡を散出させることにより、スパイラル型膜エレメントの分離膜面に散気流が形成される。それにより、スパイラル型膜モジュールの内部、特に、スパイラル型膜エレメントの膜面に付着した汚染物質をより効果的に剥離させることが可能になるとともに、剥離した汚染物質がスパイラル型膜エレメントの膜面に付着するのを抑制することが可能になる。

【0039】

また、フラッシング時に、原液または洗浄液をスパイラル型膜エレメントの軸方向に流しつつ原液または洗浄液中に気泡を散出させてもよい。これにより、スパイラル型膜モジュールの内部、特に、スパイラル型膜エレメントの膜面に付着した汚染物質を容易に剥離させることができるとともに、剥離した汚染物質を容易にかつ確実に外部に排出することができる。

【0040】

また、運転停止時に、圧力容器内に存在する原液または洗浄液中に気泡を散出

させてもよい。この場合、スパイラル型膜エレメントの分離膜面に散気流が形成される。それにより、原液または洗浄液中の汚染物質がスパイラル型膜エレメントの膜面に付着するのを抑制するのが可能になるとともに、スパイラル型膜モジュールの内部、特に、スパイラル型膜エレメントの膜面に付着した汚染物質を剥離させることが可能になる。

【 0 0 4 1 】

第4の発明に係るスパイラル型膜モジュールの運転方法は、1または複数のスパイラル型膜エレメントが圧力容器内に収納されてなるスパイラル型膜モジュールの運転方法であって、スパイラル型膜エレメントは、有孔中空管の外周面に袋状の分離膜が巻回されてなり、0.05MPaよりも高く0.3MPa以下の背圧で逆流洗浄が可能であり、圧力容器内の液に連続的または間欠的に超音波振動を付与するものである。

【 0 0 4 2 】

本発明に係るスパイラル型膜モジュールの運転方法によれば、圧力容器内の液に超音波振動を付与することにより、液中の汚染物質を分散させ、スパイラル型膜エレメントの膜面に汚染物質が付着するのを抑制することが可能になる。また、スパイラル型膜エレメントも振動するため、スパイラル型膜エレメントの膜面に付着した汚染物質を剥離させることが可能になる。

【 0 0 4 3 】

それにより、スパイラル型膜エレメントにおいて、安定した運転を長期間継続して行うことが可能となる。

【 0 0 4 4 】

運転時に、スパイラル型膜エレメントの端部から原液を供給しつつ原液に超音波振動を付与し、有孔中空管の少なくとも一方の開口端から透過液を取り出してもよい。この場合、原液中の汚染物質がスパイラル型膜エレメントの膜面で捕捉される。

【 0 0 4 5 】

ここで、原液に超音波振動を付与することにより、原液中の汚染物質を分散させ、スパイラル型膜エレメントの膜面に汚染物質が付着するのを抑制することが

可能になる。また、スパイラル型膜エレメントも振動するため、スパイラル型膜モジュールの内部、特に、スパイラル型膜エレメントの膜面に付着した汚染物質を剥離させることが可能になる。

【 0 0 4 6 】

また、洗浄時に、有孔中空管の少なくとも一方の開口端から洗浄液を導入してスパイラル型膜エレメントの少なくとも一端部から洗浄液を排出させることにより、0.05MPaよりも高く0.3MPa以下の背圧で分離膜を逆流洗浄しつつ洗浄液に超音波振動を付与してもよい。

【 0 0 4 7 】

洗浄時には、洗浄液が有孔中空管の少なくとも一方の開口端から導入される。その洗浄液は、有孔中空管の外周面から袋状の分離膜の内部に導出され、その分離膜を濾過時と逆方向に透過する。それにより、分離膜が逆流洗浄され、分離膜の膜面に堆積した汚染物質が分離膜から剥離される。

【 0 0 4 8 】

この場合、0.05MPaよりも高く0.3MPa以下の背圧で分離膜を逆流洗浄するので、短時間に必要量の洗浄液を流すことができる。それにより、分離膜の膜面に堆積した汚染物質を効果的に除去することができる。その結果、膜面に汚染物質が堆積しやすい全量濾過においても、長期間にわたって高い透過流束を維持しつつ安定した濾過運転を行うことが可能となる。

【 0 0 4 9 】

ここで、洗浄液に超音波振動を付与することにより、スパイラル型膜モジュールの内部、特に、スパイラル型膜エレメントの膜面に付着した汚染物質をより効果的に剥離させることが可能になるとともに、剥離した汚染物質がスパイラル型膜エレメントの膜面に付着するのを抑制することが可能になる。

【 0 0 5 0 】

また、フラッシング時に、原液または洗浄液をスパイラル型膜エレメントの軸方向に流しつつ原液または洗浄液に超音波振動を付与してもよい。これにより、スパイラル型膜モジュールの内部、特に、スパイラル型膜エレメントの膜面に付着した汚染物質を容易に剥離させることができるとともに、剥離した汚染物質を

容易にかつ確実に外部に排出することができる。

【 0 0 5 1 】

また、運転停止時に、圧力容器内に存在する原液または洗浄液に超音波振動を付与してもよい。それにより、原液または洗浄液中の汚染物質がスパイラル型膜エレメントの膜面に付着するのを抑制するのが可能になるとともに、スパイラル型膜エレメントの膜面に付着した汚染物質を剥離させることが可能になる。

【 0 0 5 2 】

また、第 3 および第 4 の発明に係るスパイラル型膜モジュールの運転方法において、運転時に、連続的または間欠的に一部の原液をスパイラル型膜エレメントの軸方向に流し圧力容器の外部へ取り出してもよい。この場合、原液中の汚染物質の一部およびスパイラル型膜エレメントの膜面から剥離した汚染物質を容易にかつ確実にスパイラル型膜モジュールの外部に排出することが可能になるとともに、原液中の汚染物質がスパイラル型膜エレメントの膜面に付着するのをさらに抑制することが可能になる。以上のことから、スパイラル型膜モジュールにおいてさらに安定した運転を長期間継続して行うことが可能となる。

【 0 0 5 3 】

さらに、圧力容器の外部へ取り出した原液を再び供給側へ戻してもよい。

第 5 の発明に係るスパイラル型膜モジュールは、1 または複数のスパイラル型膜エレメントが原液入口および原液出口を有する圧力容器内に収容されてなるスパイラル型膜モジュールであって、スパイラル型膜エレメントは、有孔中空管の外周面に袋状の分離膜が巻回されてなり、0. 0 5 M P a よりも高く 0. 3 M P a 以下の背圧で逆流洗浄が可能であり、圧力容器内の液中に気泡を散出させる散気装置および原液出口から圧力容器の外部に取り出された原液を原液入口に戻す循環系が設けられたものである。

【 0 0 5 4 】

本発明に係るスパイラル型膜モジュールにおいては、散気装置により、連続的または間欠的に圧力容器内の原液または洗浄液中に気泡が散出される。それにより、スパイラル型膜モジュール内においてスパイラル型膜エレメントの分離膜面に散気流が形成されるため、スパイラル型膜エレメントの膜面に付着した汚染物

質を剥離させることが可能になる。また、原液または洗浄液中の汚染物質および剥離した汚染物質がスパイラル型膜エレメントの膜面に付着するのを抑制することが可能になる。

【 0 0 5 5 】

また、運転時において、スパイラル型膜エレメントの軸方向に原液の流れを形成することにより、原液中の汚染物質の一部および剥離した汚染物質を容易にかつ確実にスパイラル型膜モジュールの外部に排出することが可能になり、原液中の汚染物質および剥離した汚染物質がスパイラル型膜エレメントの膜面に付着するのをさらに抑制することが可能になる。

【 0 0 5 6 】

洗浄時には、洗浄液が有孔中空管の少なくとも一方の開口端から導入される。その洗浄液は、有孔中空管の外周面から袋状の分離膜の内部に導出され、その分離膜を濾過時と逆方向に透過する。それにより、分離膜が逆流洗浄され、分離膜の膜面に堆積した汚染物質が分離膜から剥離される。

【 0 0 5 7 】

この場合、0.05MPaよりも高く0.3MPa以下の背圧で分離膜を逆流洗浄するので、短時間に必要量の洗浄液を流すことができる。それにより、分離膜の膜面に堆積した汚染物質を効果的に除去することができる。その結果、膜面に汚染物質が堆積しやすい全量濾過においても、長期間にわたって高い透過流束を維持しつつ安定した濾過運転を行うことが可能となる。

【 0 0 5 8 】

以上のことから、スパイラル型膜モジュールにおいて安定した性能が実現される。

【 0 0 5 9 】

また、循環系により原液出口から圧力容器の外部に取り出された原液を再び原液入口に戻してもよい。

【 0 0 6 0 】

第6の発明に係るスパイラル型膜モジュールは、1または複数のスパイラル型膜エレメントが圧力容器内に収容されてなるスパイラル型膜モジュールであって

、スパイラル型膜エレメントは、有孔中空管の外周面に袋状の分離膜が巻回されてなり、0.05MPaよりも高く0.3MPa以下の背圧で逆流洗浄が可能であり、圧力容器内の液に超音波振動を付与する超音波発振子が設けられたものである。

【0061】

本発明に係るスパイラル型膜モジュールにおいては、超音波発振子により、連続的または間欠的に圧力容器内の原液または洗浄液に超音波振動が付与される。それにより、スパイラル型膜エレメントが振動し、スパイラル型膜モジュール内部、特に、スパイラル型膜エレメントの膜面に付着した汚染物質を剥離させることが可能になる。また、原液または洗浄液中の汚染物質および剥離した汚染物質がスパイラル型膜エレメントの膜面に付着するのを抑制することが可能になる。

【0062】

洗浄時には、洗浄液が有孔中空管の少なくとも一方の開口端から導入される。その洗浄液は、有孔中空管の外周面から袋状の分離膜の内部に導出され、その分離膜を濾過時と逆方向に透過する。それにより、分離膜が逆流洗浄され、分離膜の膜面に堆積した汚染物質が分離膜から剥離される。

【0063】

この場合、0.05MPaよりも高く0.3MPa以下の背圧で分離膜を逆流洗浄することができるので、短時間に必要量の洗浄液を流すことができる。それにより、分離膜の膜面に堆積した汚染物質を効果的に除去することができる。その結果、膜面に汚染物質が堆積しやすい全量濾過においても、長期間にわたって高い透過流束を維持しつつ安定した濾過運転を行うことが可能となる。

【0064】

以上のことから、スパイラル型膜モジュールにおいて安定した性能が実現される。

【0065】

【発明の実施の形態】

図1は本発明の一実施の形態におけるスパイラル型膜モジュールの例を示す模式的な断面図である。

【 0 0 6 6 】

図 1 に示すように、スパイラル型膜モジュールは、圧力容器（耐圧容器）10 内にスパイラル型膜エレメント 1 が収納されてなる。圧力容器 10 は、筒形ケース 11 および 1 対の端板 12 a, 12 b により構成される。一方の端板 12 a には原水入口 13 が形成され、他方の端板 12 b には原水出口 15 が形成されている。また、他方の端板 12 b の中央部には透過水出口 14 が設けられている。なお、圧力容器の構造は図 1 の構造に限定されず、後述するような筒形ケースに原水入口および原水出口が設けられたサイドエントリ形状の圧力容器を用いてもよい。

【 0 0 6 7 】

外周面の一端部近傍にパッキン 17 が取り付けられたスパイラル型膜エレメント 1 を筒形ケース 11 内に装填し、筒形ケース 11 の両方の開口端をそれぞれ端板 12 a, 12 b で封止する。集水管 5 の一方の開口端は端板 12 b の透過水出口 14 に嵌合され、他方の開口端にはエンドキャップ 16 が装着される。圧力容器 10 の内部空間は、パッキン 17 により第 1 の液室 18 と第 2 の液室 19 とに分離される。

【 0 0 6 8 】

スパイラル型膜モジュールの原水入口 13 は、配管 25 を通して加圧ポンプ 101 に接続され、さらに原水タンク 500 に接続されている。配管 25 にはバルブ 30 a が介挿されており、さらに、このバルブ 30 a の下流側に、バルブ 30 b が介挿された配管 26 が接続されている。バルブ 30 a の上流側には、配管 35 を介して散気装置 102 が接続されている。配管 35 には、バルブ 30 g が介挿されている。この場合、散気装置 102 としてコンプレッサ等のエア供給機器を用いる。

【 0 0 6 9 】

一方、原水出口 15 には、バルブ 30 c が介挿された配管 27 が接続されており、さらにバルブ 30 d が介挿された配管 27 a が配管 27 のバルブ 30 c 上流側に接続されている。この配管 27 a を介して原水出口 15 は原水タンク 500 に接続される。透過水出口 14 には、バルブ 30 e が介挿された配管 28 が接続

されており、このバルブ 3 0 e の上流側に、バルブ 3 0 f が介挿された配管 2 9 が接続されている。

【 0 0 7 0 】

図 5 は、図 1 のスパイラル型膜モジュールに用いられるスパイラル型膜エレメントの一部切欠き斜視図である。

【 0 0 7 1 】

図 5 に示すように、スパイラル型膜エレメント 1 は、合成樹脂のネットからなる透過水スペーサ 3 の両面に分離膜 2 を重ね合わせて 3 辺を接着することにより封筒状膜（袋状膜） 4 を形成し、その封筒状膜 4 の開口部を集水管 5 に取り付け、合成樹脂のネットからなる原水スペーサ 6 とともに集水管 5 の外周面にスパイラル状に巻回することにより構成される。スパイラル型膜エレメント 1 の外周面は外装材で被覆される。

【 0 0 7 2 】

このスパイラル型膜エレメント 1 においては、後述する構造を有する分離膜 2 を用いることにより、0. 0 5 ～ 0. 3 M P a の背圧で逆流洗浄を行うことが可能となる。

【 0 0 7 3 】

図 2 および図 3 は、本発明に係るスパイラル型膜モジュールの運転方法の一例を示す模式的断面図である。本例の運転方法においては図 1 のスパイラル型膜モジュールを用いており、図 2 は濾過時の運転方法を示し、図 3 は洗浄時の運転方法を示す。

【 0 0 7 4 】

図 2 に示すように、濾過時には、配管 2 5 のバルブ 3 0 a、配管 2 7 a のバルブ 3 0 d および配管 2 8 のバルブ 3 0 e を開くとともに、配管 2 6 のバルブ 3 0 b、配管 2 7 のバルブ 3 0 c および配管 2 9 のバルブ 3 0 f を閉じる。

【 0 0 7 5 】

原水タンク 5 0 0 から取水された原水 7 は、加圧ポンプ 1 0 1 により加圧された後、配管 2 5 を通して原水入口 1 3 から圧力容器 1 0 の内部に供給される。スパイラル型膜モジュール内において、供給された原水 7 は原水入口 1 3 から圧力

容器 1 0 の第 1 の液室 1 8 に導入され、さらに、スパイラル型膜エレメント 1 の一端部からスパイラル型膜エレメント 1 の内部に供給される。

【 0 0 7 6 】

ここで、配管 3 5 のバルブ 3 0 g を開き、散気装置 1 0 2 により散出された気泡（エアー）を圧力容器 1 0 の内部に導入する。このようにして、スパイラル型膜モジュール内部においてエアーバブリングを行う。

【 0 0 7 7 】

図 4 に示すように、スパイラル型膜エレメント 1 において、一方の端面側から供給された原水 7 は、原水スぺーサ 6 に沿って集水管 5 と平行な方向（軸方向）に他方の端面側に向かって直線状に流れる。原水 7 が原水スぺーサ 6 に沿って流れる過程で、原水側と透過水側の圧力差によって原水 7 の一部が分離膜 2 を透過する。この透過水 8 が透過水スぺーサ 3 に沿って集水管 5 の内部に流れ込み、集水管 5 の端部から排出される。一方、分離膜 2 を透過しなかった残りの原水 7 a は、スパイラル型膜エレメント 1 の他方の端面側から排出される。

【 0 0 7 8 】

集水管 5 の端部から排出された透過水 8 は、図 2 に示すように、透過水出口 1 4 から配管 2 8 を通して圧力容器 1 0 の外部へ取り出される。一方、スパイラル型膜エレメント 1 の他方の端面側から排出された原水 7 a は、第 2 の液室 1 9 に導出された後、原水出口 1 5 から配管 2 7 a を通して外部へ取り出され、原水タンク 5 0 0 に戻される。

【 0 0 7 9 】

本例においては、スパイラル型膜モジュール内部においてエアーバブリングを行うとともに、一部の原水 7 a をスパイラル型膜エレメント 1 の軸方向に流すため、スパイラル型膜エレメント 1 の膜面に散気流（気液混合流）が形成される。それにより、汚染物質が沈降してスパイラル型膜エレメント 1 の膜面に付着するのを抑制することが可能になるとともに、スパイラル型膜エレメント 1 の膜面に付着した汚染物質を剥離させることが可能になる。さらに、軸方向に原水の流れを形成することにより、原水中の汚染物質の一部およびスパイラル型膜エレメント 1 の膜面から剥離した汚染物質を容易にかつ確実にスパイラル型膜エレメント

1 の外部に排出することが可能になる。それにより、安定した運転を長期間継続して行うことが可能となる。

【 0 0 8 0 】

また、本例においては、一部の原水 7 a を原水出口 1 5 から外部に取り出しつつスパイラル型膜モジュールにおいて濾過を行う。それにより、スパイラル型膜エレメント 1 の外周面と圧力容器 1 0 の内周面との間の空隙における液の滞留を抑制することが可能になる。

【 0 0 8 1 】

また、原水出口 1 5 から外部へ排出した一部の原水を循環させるため、供給された原水から理論上 1 0 0 % の回収率で透過水を得ることが可能となる。

【 0 0 8 2 】

ここで、配管 3 5 のバルブ 3 0 g を連続的に開いてもよく、あるいは間欠的に開いてもよい。それにより、連続的または間欠的にスパイラル型膜モジュール内においてエアバブリングを行うことが可能となる。

【 0 0 8 3 】

なお、間欠的にエアバブリングを行う場合、バルブ 3 0 g の開閉をタイマーにより制御してもよい。あるいは、スパイラル型膜モジュールが組み込まれた膜分離装置内に操作圧力計、膜間差圧計、透過水流量計等の計測機器を設置し、これらの計測機器からの信号に従ってバルブ 3 0 g の開閉を制御してもよい。

【 0 0 8 4 】

例えば、スパイラル型膜エレメント 1 の膜面等への汚染物質の付着に伴ってスパイラル型膜エレメント 1 の透過水流量が低下することから、透過水流量計により透過水流量の変化を計測し、透過水流量に変化が見られた際に信号を送ってバルブ 3 0 g を開く。それにより、スパイラル型膜エレメント 1 の膜面等に付着した汚染物質を剥離させることが可能となり、安定した透過水流量を維持することが可能となる。

【 0 0 8 5 】

なお、バルブ 3 0 g の開閉に伴ってバルブ 3 0 d を開閉し、エアバブリングに合わせて間欠的に原水の流れを形成してもよい。

【 0 0 8 6 】

なお、上記においては常時バルブ 3 0 d を開いて原水 7 a を外部に取り出しているが、間欠的にバルブ 3 0 d を開いて原水 7 a を取り出してもよい。この場合においても、常時原水 7 a を取り出す場合と同様、分離膜 2 に汚染物質が付着するのを抑制することが可能となる。

【 0 0 8 7 】

また、上記においては圧力容器 1 0 の外部に取り出した原水 7 a の全量を原水タンク 5 0 0 に戻しているが、取り出した原水 7 a の一部を系外へ排出してもよい。例えば、バルブ 3 0 d を開くとともにバルブ 3 0 c を開き、配管 2 7 を通して原水 7 a の一部を系外へ排出してもよい。あるいは、取り出した原水 7 a の全てを系外に排出してもよい。

【 0 0 8 8 】

一定時間濾過を行った後、以下に示す洗浄を行う。図 3 に示すように、洗浄時には、まず配管 2 5 のバルブ 3 0 a、配管 2 8 のバルブ 3 0 e、配管 2 7 a のバルブ 3 0 d および配管 3 5 のバルブ 3 0 g を閉じるとともに、配管 2 6 のバルブ 3 0 b、配管 2 9 のバルブ 3 0 f および配管 2 7 のバルブ 3 0 c を開き、逆流洗浄を行う。

【 0 0 8 9 】

逆流洗浄時には、配管 2 9 および配管 2 8 を通して洗浄水 2 1 が透過水出口 1 4 から集水管 5 の開口端に供給され、洗浄水 2 1 が集水管 5 の内部に導入される。なお、洗浄水 2 1 としては、例えば透過水を用いる。集水管 5 の内部に導入された洗浄水 2 1 は、集水管 5 の外周面から分離膜 2 の内部へ導出され、濾過時と逆方向に分離膜 2 を透過する。この際に、分離膜 2 の膜面に堆積した汚染物質が分離膜 2 から剥離する。スパイラル型膜エレメント 1 の外周面は外装材で被覆されているので、分離膜 2 を透過した洗浄水 2 1 は、原水スパーサ 6 に沿ってスパイラル型膜エレメント 1 の内部を軸方向に流れ、スパイラル型膜エレメント 1 の両端部から第 1 の液室 1 8 および第 2 の液室 1 9 に排出される。さらに洗浄水 2 1 は、原水入口 1 3 および原水出口 1 5 から配管 2 6 および配管 2 7 を通してそれぞれ外部へ取り出される。

【 0 0 9 0 】

この場合、分離膜 2 に 0. 0 5 ~ 0. 3 M P a の背圧が加わるように透過水出口 1 4 側の圧力、原水入口 1 3 側の圧力および原水出口 1 5 側の圧力を設定する。それにより、短時間に必要量の洗浄水 2 1 を流すことができ、分離膜 2 の膜面に堆積した汚染物質を効果的に剥離させることが可能になる。また、剥離した汚染物質がスパイラル型膜エレメント 1 の端部から排出されるまでの間に原水スパーサ 6 に捕捉されるのを抑制し、汚染物質を効果的に除去することが可能となる。

【 0 0 9 1 】

なお、本例においては原水入口 1 3 から取り出された洗浄水 2 1 の全量を排水として系外へ排出しているが、この洗浄水 2 1 の一部を排水として系外へ排出するとともに、一部を原水 7 として再利用してもよい。例えば、配管 2 6 のバルブ 3 0 b の下流側にさらに配管を設けるとともにこの配置を原水タンク 5 0 0 に接続することにより、洗浄水 2 1 の一部を原水タンク 5 0 0 に戻してもよい。

【 0 0 9 2 】

また、本例においては原水出口 1 5 から取り出された洗浄水 2 1 の全量を排水として系外へ排出しているが、この洗浄水 2 1 の一部を排水として系外へ排出するとともに、一部を原水 7 として再利用してもよい。例えば、配管 2 7 のバルブ 3 0 c を開くとともに配管 2 7 a のバルブ 3 0 d を開き、洗浄水 2 1 の一部を配管 2 7 a を通して原水タンク 5 0 0 に戻してもよい。

【 0 0 9 3 】

また、図 3 の例では、逆流洗浄時にスパイラル型膜エレメント 1 の両端部から洗浄水 2 1 が排出され、それぞれ原水入口 1 3 および原水出口 1 5 から配管 2 6 および配管 2 7 を通して外部に取り出されているが、洗浄水 2 1 がスパイラル型膜エレメント 1 の一端部から第 1 の液室 1 8 に排出され、原水入口 1 3 から配管 2 6 を通して外部に取り出されるように透過水出口 1 4 側の圧力および原水入口 1 3 側の圧力を設定してもよい。この場合、配管 2 7 のバルブ 3 0 c を閉じ、原水出口 1 5 を閉じておく。あるいは、洗浄水 2 1 がスパイラル型膜エレメント 1 の他端部から第 2 の液室 1 9 に排出され、原水出口 1 5 から配管 2 7 を通して外

部に取り出されるように透過水出口 1 4 側の圧力および原水出口 1 5 側の圧力を設定してもよい。この場合、配管 2 6 のバルブ 3 0 b を閉じ、原水入口 1 3 を閉じておく。

【 0 0 9 4 】

上記のようにして逆流洗浄を行った後、配管 2 6 のバルブ 3 0 b および配管 2 9 のバルブ 3 0 f を閉じるとともに配管 2 5 のバルブ 3 0 a を開く。それにより、原水タンク 5 0 0 から取水された原水 3 1 が配管 2 5 を通して原水入口 1 3 から圧力容器 1 0 内に供給され、第 1 の液室 1 8 に導入される。原水 3 1 は、スパイラル型膜エレメント 1 の一端部から内部に供給され、原水スぺーサ 6 に沿ってスパイラル型膜エレメント 1 の内部を軸方向に流れた後、他端部から排出される。それにより、分離膜 2 から剥離した汚染物質が原水 3 1 とともにスパイラル型膜エレメント 1 の一端部から他端部へ押し流され、スパイラル型膜エレメント 1 の内部に残存する洗浄水 2 1 とともにスパイラル型膜エレメント 1 の他端部から第 2 の液室 1 9 に排出される。さらに、汚染物質は原水 3 1 とともに原水出口 1 5 から配管 2 7 を通して圧力容器 1 0 の外部へ取り出される。

【 0 0 9 5 】

このように、逆流洗浄後に濾過時の原水の供給方向と同方向に原水 3 1 を流すフラッシングを行うことにより、スパイラル型膜エレメント 1 内で分離膜 2 から剥離した汚染物質を系外に速やかに排出することができる。それにより、分離膜 2 から剥離した汚染物質が再び分離膜 2 に付着することを防止することができる。

【 0 0 9 6 】

上記の洗浄方法によれば、スパイラル型膜エレメント 1 の膜面、原水スぺーサ 6 等、特に分離膜 2 に付着した汚染物質を軸方向に沿って外部に容易にかつ確実に排出することができ、分離膜 2 の抵抗の増大を抑えることが可能である。それにより、常に安定した透過水量を維持することができる。

【 0 0 9 7 】

上記のような洗浄時の運転方法によれば、濾過時に分離膜 2 に堆積した汚染物質を効果的に除去することが可能となるため、膜面に汚染物質が堆積しやすい全

量濾過においても、長期間にわたって透過流束の低下を生じることなく安定して運転を行うことが可能となる。

【 0 0 9 8 】

なお、本例においては逆流洗浄後に原水 3 1 を軸方向に流すフラッシングを行っているが、逆流洗浄前に原水 3 1 を軸方向に流すフラッシングを行ってもよい。この洗浄方法によれば、スパイラル型膜エレメント 1 の膜面に捕捉された汚染物質のほとんどがフラッシングにより除去され、さらに洗浄水 2 1 を導入することにより、スパイラル型膜エレメント 1 の膜面に残存する汚染物質を除去することができる。したがって、この場合においても、上記の逆流洗浄と同様の効果が得られる。

【 0 0 9 9 】

あるいは、逆流洗浄と並行して原水 3 1 を軸方向に流すフラッシングを行ってもよい。例えば上記において、洗浄時に配管 2 5, 2 6, 2 7, 2 9 のバルブ 3 0 a, 3 0 b, 3 0 c, 3 0 f を同時に開き、透過側から洗浄水 2 1 を供給するとともに原水側から原水 3 1 を供給してもよい。この場合、上記のように逆流洗浄後に原水 3 1 を流す場合に得られる効果と同様の効果が得られる。

【 0 1 0 0 】

また、本例においては原水 3 1 を原水入口 1 3 から供給して原水出口 1 5 から取り出しているが、原水を原水出口 1 5 から供給して原水入口 1 3 から取り出し、スパイラル型膜エレメント 1 の内部において濾過時の原水の供給方向と逆方向に原水を流してもよい。この場合、上記のように濾過時の原水の供給方向と同方向に原水 3 1 を流す場合に得られる効果と同様の効果が得られる。

【 0 1 0 1 】

なお、濾過時の原水の供給方向と同方向に原水を流す場合においては、特にスパイラル型膜エレメント 1 の第 2 の液室 1 9 に近い側に堆積した汚染物質を容易に除去して排出することが可能である。これに対し、濾過時の原水の供給方向と逆方向に原水を流す場合においては、特にスパイラル型膜エレメント 1 の第 1 の液室 1 8 に近い側に堆積した汚染物質を容易に除去して排出することが可能である。

【0102】

また、濾過時の原水の供給方向と同方向および逆方向に順に原水を流してもよい。この場合、スパイラル型膜エレメント1の全体に分布した汚染物質を均一に除去して排出することが可能となる。

【0103】

また、本例においては原水出口15から取り出された原水31の全量を排水として系外へ排出しているが、原水31の一部を排水として系外へ排出するとともに、一部を原水として再利用してもよい。例えば上記において、配管27のバルブ30cを開くとともに配管27aのバルブ30dを開き、原水31の一部を配管27aを通して原水タンク500に戻してもよい。

【0104】

以上のように、本例における運転方法によれば、膜面に堆積した汚染物質の除去を充分に行うことができるため、長期間にわたって透過流束の低下を生じることなく安定して運転を行うことが可能となる。

【0105】

特に、本例においては、図2に示すように濾過時に一部の原水7aを圧力容器10の外部に取り出すことにより、原水中の汚染物質の膜面への沈降を抑制しつつ汚染物質の一部を原水7aとともに圧力容器10の外部に排出することが可能となるため、より安定した濾過運転を行うことが可能となる。この場合、原水出口15から外部へ取り出した原水7aを配管27aを通して循環させるため、高い回収率で透過水8を得ることが可能である。また、原水7を供給するポンプに大きなものを用いる必要がなく、システムの規模を小さくすることが可能となる。それにより、システムコストが低減される。

【0106】

なお、上記においては、1本のスパイラル型膜エレメントを備えたスパイラル型膜モジュールの運転を行う場合について説明したが、本発明に係る運転方法は、複数のスパイラル型膜エレメントを備えたスパイラル型膜モジュールにおいても適用可能である。

【0107】

図 5 は本発明に係るスパイラル型膜モジュールの運転方法のさらに他の例を示す模式的断面図である。

【 0 1 0 8 】

図 5 に示すように、本例のスパイラル型膜モジュールは、圧力容器 1 0 0 内に複数のスパイラル型膜エレメント 1 が收容されてなる。圧力容器 1 0 0 は、筒形ケース 1 1 1 および 1 対の端板 1 2 0 a, 1 2 0 b により構成される。筒形ケース 1 1 1 の底部には原水入口 1 3 0 が形成され、上部には原水出口 1 3 1 が形成されている。このように、圧力容器 1 0 0 はサイドエントリ形状を有する。原水出口 1 3 1 はエアー抜きにも用いられる。また、端板 1 2 0 a, 1 2 0 b の中央部には透過水出口 1 4 0 が設けられている。

【 0 1 0 9 】

インターコネクタ 1 1 6 により集水管 5 が直列に連結された複数のスパイラル型膜エレメント 1 が筒形ケース 1 1 1 内に收容され、筒形ケース 1 1 1 の両方の開口端がそれぞれ端板 1 2 0 a, 1 2 0 b で封止される。なお、ここでは図 5 のスパイラル型膜エレメント 1 を用いている。両端部のスパイラル型膜エレメント 1 の集水管 5 の一端部が、アダプタ 1 1 5 を介してそれぞれ端板 1 2 0 a, 1 2 0 b の透過水出口 1 4 0 に嵌合される。各スパイラル型膜エレメント 1 の外周面の一端部近傍にはパッキン 1 7 0 が取り付けられており、このパッキン 1 7 0 により、圧力容器 1 0 0 の内部空間が複数の液室に分離される。

【 0 1 1 0 】

スパイラル型膜モジュールの原水入口 1 3 0 は、配管 5 5 を通して加圧ポンプ 1 0 1 に接続され、さらに原水タンク 5 0 0 に接続されている。配管 5 5 にはバルブ 6 0 a が介挿されており、さらに、このバルブ 6 0 a の下流側にバルブ 6 0 b が介挿された配管 5 6 が接続されている。バルブ 6 0 a の上流側には、配管 6 5 を介して散気装置 1 0 2 が接続されている。この場合、散気装置 1 0 2 としてコンプレッサー等のエアー供給機器を用いる。配管 6 5 にはバルブ 6 0 j が介挿されている。

【 0 1 1 1 】

一方、原水出口 1 3 1 には、バルブ 6 0 c が介挿された配管 5 7 が接続されて

おり、さらに、バルブ 6 0 d が介挿された配管 5 7 a が配管 5 7 のバルブ 6 0 c 上流側に接続されている。この配管 5 7 a を介して原水出口 1 3 1 は原水タンク 5 0 0 に接続されている。端板 1 2 0 a 側の透過水出口 1 4 0 には、バルブ 6 0 e が介挿された配管 5 8 a が接続されており、このバルブ 6 0 e の上流側に、バルブ 6 0 g が介挿された配管 5 9 a が接続されている。一方、端板 1 2 0 b 側の透過水出口 1 4 0 には、バルブ 6 0 f が介挿された配管 5 8 b が接続されており、このバルブ 6 0 f の上流側に、バルブ 6 0 h が介挿された配管 5 9 b が接続されている。

【 0 1 1 2 】

スパイラル型膜モジュールの濾過時には、配管 5 5 のバルブ 6 0 a、配管 5 7 a のバルブ 6 0 d、配管 5 8 a のバルブ 6 0 e および配管 5 8 b のバルブ 6 0 f を開くとともに、配管 5 6 のバルブ 6 0 b、配管 5 9 a のバルブ 6 0 g、配管 5 9 b のバルブ 6 0 h、配管 5 7 のバルブ 6 0 c および配管 6 5 のバルブ 6 0 j を閉じる。

【 0 1 1 3 】

原水タンク 5 0 0 から取水された原水 7 は加圧ポンプ 1 0 1 により加圧された後、配管 5 5 を通して原水入口 1 3 0 から圧力容器 1 0 0 の内部に供給される。スパイラル型膜モジュール内において、原水入口 1 3 0 から供給された原水 7 は、端板 1 2 0 a 側の端部に位置するスパイラル型膜エレメント 1 の一方の端面側からスパイラル型膜エレメント 1 の内部に導入される。

【 0 1 1 4 】

ここで、配管 6 5 のバルブ 6 0 j を開き、散気装置 1 0 2 により散出された気泡（エア）を圧力容器 1 0 0 の内部に導入する。このようにして、スパイラル型膜モジュール内部においてエアバブリングを行う。

【 0 1 1 5 】

このスパイラル型膜エレメント 1 においては、図 4 に示すように、一部の原水は分離膜 2 を透過して集水管 5 の内部に流れ込み、透過水 8 として集水管 5 の端部から排出される。一方、分離膜 2 を透過しなかった残りの原水 7 a は、他方の端面側から排出される。この排出された原水 7 a は、後段のスパイラル型膜エレ

メント 1 の一方の端面側からこのスパイラル型膜エレメント 1 の内部に導入され、前述と同様にして透過水 8 および原水 7 a に分離される。このように、直列に連結された複数のスパイラル型膜エレメント 1 の各々において膜分離が行われる。

【 0 1 1 6 】

本例においては、スパイラル型膜モジュール内部においてエアーバブリングを行うとともに、各スパイラル型膜エレメント 1 の軸方向に原水の流れを形成するため、各スパイラル型膜エレメント 1 の膜面に散気流が形成される。それにより、各スパイラル型膜エレメント 1 の膜面に汚染物質が沈降して付着するのを抑制することが可能になるとともに、各スパイラル型膜エレメント 1 の膜面に付着した汚染物質を剥離させることが可能になる。さらに、原水の流れにより、原水中の汚染物質の一部および各スパイラル型膜エレメント 1 の膜面から剥離した汚染物質を容易にかつ確実にスパイラル型膜モジュールの外部に排出することが可能になる。それにより、安定した運転を長期間継続して行うことが可能となる。

【 0 1 1 7 】

また、本例においては、一部の原水 7 a を原水出口 1 5 から外部に取り出しつつスパイラル型膜モジュールにおいて濾過を行う。それにより、各スパイラル型膜エレメント 1 の外周部と圧力容器 1 0 0 の内周面との間の空隙における液の滞留を抑制することが可能になる。

【 0 1 1 8 】

また、原水出口 1 5 から外部へ排出した一部の原水を、配管 5 7 a から構成される循環系により循環させるため、原水から理論上 1 0 0 % の回収率で透過水 5 2 を得ることが可能となる。

【 0 1 1 9 】

また、この場合、スパイラル型膜モジュールが複数のスパイラル型膜エレメント 1 を装填しているため、スパイラル型膜モジュールの処理容量が大きく、効率良く透過水 5 2 を得ることが可能となる。

【 0 1 2 0 】

また、上記においては圧力容器 1 0 の外部に取り出した原水 7 a の全量を原水

タンク 5 0 0 に戻しているが、取り出した原水 7 a の一部を系外へ排出してもよい。例えば、バルブ 6 0 d を開くとともにバルブ 6 0 c を開き、配管 5 7 を通して原水の一部を系外へ排出してもよい。あるいは、取り出した原水の全てを系外に排出してもよい。

【 0 1 2 1 】

一定時間濾過を行った後、以下に示す洗浄を行う。洗浄時には、まず配管 5 5 のバルブ 6 0 a、配管 5 8 a のバルブ 6 0 e、配管 5 8 b のバルブ 6 0 f、配管 5 7 a のバルブ 6 0 d および配管 6 5 のバルブ 6 0 j を閉じるとともに、配管 5 6 のバルブ 6 0 b、配管 5 7 のバルブ 6 0 c、配管 5 9 a のバルブ 6 0 g および配管 5 9 b のバルブ 6 0 h を開き、逆流洗浄を行う。

【 0 1 2 2 】

逆流洗浄時、端板 1 2 0 a 側においては、配管 5 9 a および配管 5 8 a を通して洗浄水 2 1 が透過水出口 1 4 0 から集水管 5 の一端部に供給される。また、端板 1 2 0 b 側においては、配管 5 9 b および配管 5 8 b を通して洗浄水 2 1 が透過水出口 1 4 0 から集水管 5 の他端部に供給される。このようにして、洗浄水 2 1 が集水管 5 の両端部から集水管 5 の内部に導入される。集水管 5 の内部に導入された洗浄水 2 1 は、各スパイラル型膜エレメント 1 において集水管 5 の外周面から分離膜 2 の内部へ導出され、濾過時と逆方向に分離膜 2 を透過する。この際に、分離膜 2 の膜面に堆積した汚染物質が分離膜 2 から剥離する。分離膜 2 を透過した洗浄水 2 1 は、原水スパーサ 6 に沿ってスパイラル型膜エレメント 1 の内部を軸方向に流れ、各スパイラル型膜エレメント 1 の両端部から排出される。この排出された洗浄水 2 1 は、原水入口 1 3 0 および原水出口 1 3 1 から配管 5 6 および配管 5 7 を通してそれぞれ外部へ取り出される。

【 0 1 2 3 】

この場合、各スパイラル型膜エレメント 1 の分離膜 2 に 0. 0 5 ~ 0. 3 MP a の背圧が加わるように透過水出口 1 4 0 側の圧力、原水入口 1 3 0 側の圧力および原水出口 1 3 1 側の圧力を設定する。それにより、短時間に必要量の洗浄水 2 1 を流すことができ、分離膜 2 の膜面に堆積した汚染物質を効果的に剥離させることが可能になる。また、剥離した汚染物質が各スパイラル型膜エレメント 1

の端部から排出されるまでの間に原水スパーサ 6 に捕捉されるのを抑制し、汚染物質を効果的に除去することが可能となる。

【 0 1 2 4 】

なお、本例においては原水入口 1 3 0 から取り出された洗浄水 2 1 の全量を排水として系外へ排出しているが、この洗浄水 2 1 の一部を排水として系外へ排出するとともに、一部を原水 7 として再利用してもよい。例えば配管 5 6 のバルブ 6 0 b の下流側にさらに配管を設けるとともにこの配置を原水タンク 5 0 0 に接続することにより、洗浄水 2 1 の一部を原水タンク 5 0 0 に戻してもよい。

【 0 1 2 5 】

また、本例においては原水出口 1 3 1 から取り出された洗浄水 2 1 の全量を排水として系外へ排出しているが、この洗浄水 2 1 の一部を排水として系外へ排出するとともに、一部を原水 7 として再利用してもよい。例えば配管 5 7 のバルブ 6 0 c を開くとともに配管 5 7 a のバルブ 6 0 d を開き、洗浄水 2 1 の一部を配管 5 7 a を通して原水タンク 5 0 0 に戻してもよい。

【 0 1 2 6 】

また、図 5 の例では、逆流洗浄時に、洗浄水 2 1 が原水入口 1 3 0 および原水出口 1 3 1 から配管 5 6 および配管 5 7 を通して外部に取り出されているが、洗浄水 2 1 が原水入口 1 3 0 から配管 5 6 を通して外部に取り出されるように透過水出口 1 4 0 側の圧力および原水入口 1 3 0 側の圧力を設定してもよい。この場合、配管 5 7 のバルブ 6 0 c を閉じ、原水出口 1 3 1 を閉じておく。あるいは、洗浄水 2 1 が原水出口 1 3 1 から配管 5 7 を通して外部に取り出されるように透過水出口 1 4 0 側の圧力および原水出口 1 3 1 側の圧力を設定してもよい。この場合、配管 5 6 のバルブ 6 0 b を閉じ、原水入口 1 3 0 を閉じておく。

【 0 1 2 7 】

上記のようにして逆流洗浄を行った後、配管 5 6 のバルブ 6 0 b、配管 5 9 a のバルブ 6 0 g および配管 5 9 b のバルブ 6 0 h を閉じるとともに、配管 5 5 のバルブ 6 0 a を開く。それにより、原水タンク 5 0 0 から取水された原水 3 1 が配管 5 5 を通して原水入口 1 3 0 から圧力容器 1 0 0 内に供給される。各スパイラル型膜エレメント 1 において、原水 3 1 はスパイラル型膜エレメント 1 の一端

部から内部に導入され、原水スパーサ 6 に沿ってスパイラル型膜エレメント 1 の内部を軸方向に流れた後に他端部から排出される。それにより、分離膜 2 から剥離した汚染物質が原水 3 1 によりスパイラル型膜エレメント 1 の一端部から他端部へ押し流され、スパイラル型膜エレメント 1 の内部に残存する洗浄水 2 1 とともにスパイラル型膜エレメント 1 の他端部から排出される。さらに、汚染物質および洗浄水 2 1 は原水 3 1 とともに原水出口 1 3 1 から配管 5 7 を通して圧力容器 1 0 の外部へ取り出される。

【 0 1 2 8 】

このように、逆流洗浄後に濾過時の原水の供給方向と同方向に原水 3 1 を流すフラッシングを行うことにより、各スパイラル型膜エレメント 1 内で分離膜 2 から剥離した汚染物質を系外に速やかに排出することができる。それにより、分離膜 2 から剥離した汚染物質が再び分離膜 2 に付着することを防止することができる。

【 0 1 2 9 】

上記の洗浄方法によれば、スパイラル型膜エレメント 1 の膜面、原水スパーサ 6 等、特に分離膜 2 に付着した汚染物質を軸方向に沿って外部に容易にかつ確実に排出することができ、分離膜 2 の抵抗の増大を抑えることが可能である。それにより、常に安定した透過水量を維持することができる。

【 0 1 3 0 】

なお、図 1 および図 5 に示したスパイラル型膜エレメントおよびスパイラル型膜モジュールの運転方法においては、運転時に原水出口 1 5, 1 3 1 から取り出した一部の原水および洗浄時にフラッシングに用いた原水を配管 2 7 a, 5 7 a を介して原水タンク 5 0 0 へ戻しているが、これらの原水を循環させずに排出してもよい。

【 0 1 3 1 】

また、図 1 および図 5 に示すスパイラル型膜エレメントおよびスパイラル型膜モジュールの運転方法においては、スパイラル型膜エレメントおよびスパイラル型膜モジュールの運転時にエアバブリングを行う場合について説明したが、運転時以外にエアバブリングを行ってもよい。

【 0 1 3 2 】

例えば、逆流洗浄時にエアバブリングを行ってもよい。あるいは、運転停止時において、スパイラル型膜モジュール内に原水または洗浄水（透過水）が封入された状態でエアバブリングを行ってもよい。さらに、運転を停止し、原水または洗浄水（透過水）を用いて膜面をフラッシングする際にエアバブリングを行ってもよい。これらの場合においても、前述と同様の効果が得られる。

【 0 1 3 3 】

なお、本例においては逆流洗浄後に原水 3 1 を軸方向に流すフラッシングを行っているが、逆流洗浄前に原水 3 1 を軸方向に流すフラッシングを行ってもよい。この洗浄方法によれば、スパイラル型膜エレメント 1 の膜面に捕捉された汚染物質のほとんどがフラッシングにより除去され、さらに洗浄水 2 1 を導入することにより、スパイラル型膜エレメント 1 の膜面に残存する汚染物質を除去することができる。したがって、この場合においても、上記の逆流洗浄と同様の効果が得られる。

【 0 1 3 4 】

あるいは、逆流洗浄と並行して原水 3 1 を軸方向に流すフラッシングを行ってもよい。例えば上記において、洗浄時に配管 5 5, 5 6, 5 7, 5 9 a, 5 9 b のバルブ 6 0 a, 6 0 b, 6 0 c, 6 0 g, 6 0 h を同時に開き、透過側から洗浄水 2 1 を供給するとともに原水側から原水 3 1 を供給してもよい。この場合、上記のように逆流洗浄後に原水 3 1 を流す場合に得られる効果と同様の効果が得られる。

【 0 1 3 5 】

また、本例においては原水 3 1 を原水入口 1 3 0 から供給して原水出口 1 3 1 から取り出しているが、原水を原水出口 1 3 1 から供給して原水入口 1 3 0 から取り出し、各スパイラル型膜エレメント 1 の内部において濾過時の原水の供給方向と逆方向に原水を流してもよい。この場合、上記のように濾過時の原水の供給方向と同方向に原水 3 1 を流す場合に得られる効果と同様の効果が得られる。あるいは、濾過時の原水の供給方向と同方向および逆方向に順に原水を流してもよい。この場合、スパイラル型膜エレメント 1 の全体に分布した汚染物質を均一に

除去して排出することが可能となる。

【0 1 3 6】

また、本例においては原水出口 1 3 1 から取り出された原水 3 1 の全量を排水として系外へ排出しているが、この原水 3 1 の一部を排水として系外へ排出するとともに、一部を原水 7 として再利用してもよい。例えば上記において、配管 5 7 のバルブ 6 0 c を開くとともに配管 5 7 a のバルブ 6 0 d を開き、原水 3 1 の一部を配管 5 7 a を通して原水タンク 5 0 0 に戻してもよい。

【0 1 3 7】

上記のような洗浄時における運転方法によれば、濾過時に分離膜 2 に堆積した汚染物質を効果的に除去することが可能となる。

【0 1 3 8】

このような原水の一部を取り出しつつ濾過を行う運転方法によれば、長時間にわたって透過流束の低下を生じることなく、より安定して運転を行うことが可能となる。この場合、外部へ取り出した原水 7 a を配管 5 7 a を通して循環させるため、高い回収率で透過水 8 を得ることが可能である。また、原水 7 を供給するポンプに大きなものを用いる必要がなく、システムの規模を小さくすることが可能となる。それにより、システムコストが低減される。

【0 1 3 9】

図 6 は本発明に係るスパイラル型膜エレメントおよびスパイラル型膜モジュールの運転方法のさらに他の例を示す模式的断面図である。なお、図 6 に示すスパイラル型膜モジュールは、以下の点を除いて、図 1 に示すスパイラル型膜モジュールと同様の構成を有する。

【0 1 4 0】

図 6 に示すスパイラル型膜モジュールにおいては、図 1 に示すスパイラル型膜モジュールのように散気装置 1 0 2、配管 3 5 およびバルブ 3 0 g を設けず、圧力容器 1 0 の筒形ケース 1 1 の外周部に超音波発振子 1 0 3 を設けている。

【0 1 4 1】

濾過時には、配管 2 5 のバルブ 3 0 a および配管 2 8 のバルブ 3 0 e を開くとともに、配管 2 6 のバルブ 3 0 b、配管 2 7 のバルブ 3 0 c、配管 2 7 a のバル

ブ 3 0 d および配管 2 9 のバルブ 3 0 f を閉じる。

【 0 1 4 2 】

原水タンク 5 0 0 から取水された原水 7 は、加圧ポンプ 1 0 1 により加圧された後、配管 2 5 を通して原水入口 1 3 から圧力容器 1 0 の内部に供給される。スパイラル型膜モジュール内において、供給された原水 7 は原水入口 1 3 から圧力容器 1 0 の第 1 の液室 1 8 に導入され、さらに、スパイラル型膜エレメント 1 の一端部からスパイラル型膜エレメント 1 の内部に供給される。

【 0 1 4 3 】

ここで、圧力容器 1 0 の筒形ケース 1 1 に設けた超音波発振子 1 0 3 により、圧力容器 1 0 を介して圧力容器 1 0 内部の原水 7 およびスパイラル型膜エレメント 1 に超音波振動を付与する。

【 0 1 4 4 】

図 6 に示すように、スパイラル型膜エレメント 1 において、一方の端面側から供給された原水 7 は、原水スぺーサ 6 に沿って集水管 5 と平行な方向（軸方向）に他方の端面側に向かって直線状に流れる。原水 7 が原水スぺーサ 6 に沿って流れる過程で、原水側と透過水側の圧力差によって原水 7 の一部が分離膜 2 を透過する。この透過水 8 が透過水スぺーサ 3 に沿って集水管 5 の内部に流れ込み、集水管 5 の端部から排出される。一方、分離膜 2 を透過しなかった残りの原水 7 a は、スパイラル型膜エレメント 1 の他方の端面側から排出される。

【 0 1 4 5 】

集水管 5 の端部から排出された透過水 8 は、図 6 に示すように、透過水出口 1 4 から配管 2 8 を通して圧力容器 1 0 の外部へ取り出される。一方、スパイラル型膜エレメント 1 の他方の端面側から排出された原水 7 a は、第 2 の液室 1 9 に導出される。この場合、原水出口 1 5 に接続された配管 2 7 のバルブ 3 0 c および配管 2 7 a のバルブ 3 0 d を閉じているため、スパイラル型膜エレメント 1 における分離膜 2 の透過が促進されて全量濾過が行われる。

【 0 1 4 6 】

また、超音波発振子 1 0 3 により、スパイラル型膜モジュール内部の原水 7 に超音波振動が付与されるため、原水 7 中の汚染物質が分散される。それにより、

原水 7 中の汚染物質がスパイラル型膜モジュールの内部、特に、スパイラル型膜エレメント 1 の膜面に付着するのを抑制することが可能になる。また、スパイラル型膜エレメント 1 にも超音波振動が付与されるため、スパイラル型膜エレメント 1 の膜面に付着した汚染物質を剥離させることが可能になる。以上のことから、安定した運転を長期間継続して行うことが可能になる。

【 0 1 4 7 】

一定時間濾過を行った後、透過側から洗浄水による逆流洗浄を行う。洗浄水としては、例えば透過水を用いる。洗浄時には超音波発振子 1 0 3 を停止させ、図 3 に示すスパイラル型膜エレメントおよびスパイラル型膜モジュールの洗浄方法と同様の方法により、逆流洗浄および原水によるフラッシングを行う。なお、この場合においても、前述のように、原水によるフラッシングは逆流洗浄の前または後に行うか、あるいは逆流洗浄と並行してフラッシングを行う。

【 0 1 4 8 】

それにより、スパイラル型膜エレメント 1 の膜面、原水スパーサ 6 等、特に分離膜 2 に付着した汚染物質を軸方向に沿って外部に容易にかつ確実に排出することができ、分離膜 2 の抵抗の増大を抑えることが可能である。それにより、常に安定した透過水量を維持することができる。

【 0 1 4 9 】

なお、濾過時において、図 2 に示したように、配管 2 7 a のバルブ 3 0 d を開いて原水出口 1 5 から一部原水を取り出してもよい。この場合、スパイラル型膜エレメント 1 の他方の端面側から排出された原水 7 a は、第 2 の液室 1 9 に導出された後、原水出口 1 5 から配管 2 7 a を通して外部へ取り出され、原水タンク 5 0 0 に戻される。あるいは、取り出した原水の全てを系外に取り出してもよい。

【 0 1 5 0 】

このように、一部の原水 7 a を原水出口 1 5 から外部に取り出しつつスパイラル型膜モジュールにおいて濾過を行うことにより、スパイラル型膜エレメント 1 の外周面と圧力容器 1 0 の内周面との間の空隙における液の滞留を抑制することが可能になる。また、スパイラル型膜エレメント 1 の内部において、一端部から

他端部に向かう軸方向の原水の流れが形成されるため、原水中の汚染物質の沈降を抑制しつつ、汚染物質の一部を原水 7 a とともに圧力容器 1 0 の外部に排出することが可能となる。

【 0 1 5 1 】

上記においては超音波発振子 1 0 3 を圧力容器 1 0 の筒形ケース 1 1 の外周部に設けているが、圧力容器 1 0 の端板 1 2 a または端板 1 2 b に超音波発振子 1 0 3 を設けてもよい。この場合においても、圧力容器 1 0 を介して原水 7 およびスパイラル型膜エレメント 1 に超音波振動を付与することが可能となる。あるいは、原水 7 またはスパイラル型膜エレメント 1 に直接、超音波振動を付与してもよい。

【 0 1 5 2 】

さらに、上記においては、圧力容器 1 0 内にスパイラル型膜エレメント 1 が 1 本装填されてなるスパイラル型膜モジュールについて説明したが、図 6 に示したスパイラル型膜エレメントおよびスパイラル型膜モジュールの運転方法は、以下に説明するように、圧力容器内に複数のスパイラル型膜エレメントが装填されてなるスパイラル型膜モジュールにおいても適用可能である。

【 0 1 5 3 】

図 7 は本発明に係るスパイラル型膜エレメントおよびスパイラル型膜モジュールの運転方法のさらに他の例を示す模式的断面図である。

【 0 1 5 4 】

図 7 に示すスパイラル型膜モジュールの構成は、以下の点を除いて、図 5 に示すスパイラル型膜モジュールの構成と同様である。

【 0 1 5 5 】

図 7 に示すスパイラル型膜モジュールにおいては、図 5 に示すスパイラル型膜モジュールのように散気装置 1 0 2、配管 6 5 およびバルブ 6 5 j を設けず、圧力容器 1 0 0 の筒形ケース 1 1 1 の外周部に超音波発振子 1 0 3 を設けている。なお、前述のように、超音波発振子 1 0 3 は圧力容器 1 0 0 の端板 1 2 a または端板 1 2 b に設けてもよい。あるいは、圧力容器 1 0 0 を介さずに、原水 7 またはスパイラル型膜エレメント 1 に直接、超音波振動を付与してもよい。

【0156】

スパイラル型膜モジュールの濾過時には、配管55のバルブ60a、配管58aのバルブ60eおよび配管58bのバルブ60fを開くとともに、配管56のバルブ60b、配管57aのバルブ60d、配管59aのバルブ60g、配管59bのバルブ60hおよび配管57のバルブ60cを閉じる。

【0157】

原水タンク500から取水された原水7は加圧ポンプ101により加圧された後、配管55を通して原水入口130から圧力容器100の内部に供給される。スパイラル型膜モジュール内において、原水入口130から供給された原水7は、端板120a側の端部に位置するスパイラル型膜エレメント1の一方の端面側からスパイラル型膜エレメント1の内部に導入される。

【0158】

ここで、超音波発振子103により、圧力容器100を介して圧力容器100内部の原水7および各スパイラル型膜エレメント1に超音波振動を付与する。

【0159】

このスパイラル型膜エレメント1においては、図4に示すように、一部の原水は分離膜2を透過して集水管5の内部に流れ込み、透過水8として集水管5の端部から排出される。一方、分離膜2を透過しなかった残りの原水7aは、他方の端面側から排出される。この排出された原水7aは、後段のスパイラル型膜エレメント1の一方の端面側からこのスパイラル型膜エレメント1の内部に導入され、前述と同様にして透過水8および原水7aに分離される。このように、直列に連結された複数のスパイラル型膜エレメント1の各々において膜分離が行われる。この場合、配管57のバルブ60cおよび配管57aのバルブ60dを閉じているため、図6の例と同様、各スパイラル型膜エレメント1において分離膜2の透過が促進されてスパイラル型膜モジュールにおいて全量濾過が行われる。

【0160】

また、超音波発振子103により、スパイラル型膜モジュール内部の原水7に超音波振動を付与するため、原水7中の汚染物質が分散される。それにより、原水7中の汚染物質がスパイラル型膜モジュール内部、特に各スパイラル型膜エレ

メント 1 の膜面に付着するのを抑制することが可能になる。また、各スパイラル型膜エレメント 1 にも超音波振動が付与されるため、各スパイラル型膜エレメント 1 の膜面に付着した汚染物質を剥離させることが可能になる。以上のことから、安定した運転を長期間継続して行うことが可能となる。

【 0 1 6 1 】

さらに、スパイラル型膜モジュールが複数のスパイラル型膜エレメント 1 を充填してるため、スパイラル型膜モジュールの処理容量が大きく、効率良く透過水 5 2 を得ることが可能となる。

【 0 1 6 2 】

一定時間濾過を行った後、透過側から洗浄水を用いた逆流洗浄を行う。洗浄水としては、例えば透過水を用いる。この場合、超音波発振子 1 0 3 を停止させ、図 6 に示すスパイラル型膜エレメントおよびスパイラル型膜モジュールの洗浄方法と同様の方法により、逆流洗浄および原水によるフラッシングを行う。

【 0 1 6 3 】

それにより、スパイラル型膜エレメント 1 の膜面、原水スパーサ 6 等、特に分離膜 2 に付着した汚染物質を軸方向に沿って外部に容易にかつ確実に排出することができ、分離膜 2 の抵抗の増大を抑えることが可能である。それにより、常に安定した透過水量を維持することができる。

【 0 1 6 4 】

なお、濾過運転時において、図 5 に示したように、配管 5 7 a のバルブ 6 0 d を開いて原水出口 1 3 1 から一部原水を取り出してもよい。この場合、一部原水は原水出口 1 3 1 から配管 5 7 a を通して外部へ取り出され、原水タンク 5 0 0 に戻される。あるいは、取り出した原水の全てを系外に排出してもよい。

【 0 1 6 5 】

このように、一部の原水を原水出口 1 3 1 から外部へ取り出しつつスパイラル型膜モジュールにおいて濾過を行うことにより、スパイラル型膜エレメント 1 の外周面と圧力容器 1 0 0 の内周面との間の空隙における液の滞留を抑制することが可能になる。また、スパイラル型膜エレメント 1 の内部において、一端部から他端部に向かう軸方向の原水の流れが形成されるため、原水中の汚染物質の沈降

を抑制しつつ、汚染物質の一部を原水とともに圧力容器 1 0 0 の外部に排出することが可能となる。

【 0 1 6 6 】

また、図 6 および図 7 に示すスパイラル型膜エレメントおよびスパイラル型膜モジュールの運転方法においては、スパイラル型膜エレメントおよびスパイラル型膜モジュールの運転時に超音波振動を付与する場合について説明したが、運転時以外に超音波振動を付与してもよい。

【 0 1 6 7 】

例えば、逆流洗浄時に超音波振動を付与してもよい。あるいは、運転停止時において、スパイラル型膜モジュール内に原水 7 または洗浄水（透過水）が封入された状態で超音波振動を付与してもよい。さらに、運転を停止し、原水 7 または洗浄水（透過水）を用いて膜面をフラッシングする際に超音波振動を付与してもよい。これらの場合においても、前述と同様の効果が得られる。

【 0 1 6 8 】

なお、図 6 および図 7 に示したスパイラル型膜エレメントおよびスパイラル型膜モジュールの運転方法においては、運転時に原水出口 1 5, 1 3 1 から取り出した一部の原水および洗浄時にフラッシングに用いた原水を配管 5 7 を介して外部へ排出してもよい。

【 0 1 6 9 】

図 8 は、図 4 のスパイラル型膜エレメントに用いられる分離膜の断面図である。分離膜 2 は、多孔性補強シート（多孔性シート材） 2 a の表面に実質的な分離機能を有する透過性膜体 2 b が密着一体化されて形成されている。

【 0 1 7 0 】

透過性膜体 2 b は、1 種類のポリスルホン系樹脂、あるいは 2 種類以上のポリスルホン系樹脂の混合物、さらにはポリスルホン系樹脂とポリイミド、フッ素含有ポリイミド樹脂等のポリマーとの共重合体、もしくは混合物から形成される。

【 0 1 7 1 】

多孔性補強シート 2 a は、ポリエステル、ポリプロピレン、ポリエチレン、ポリアミド等を素材とする織布、不織布、メッシュ状ネット、発泡焼結シート等か

ら形成されており、製膜性およびコストの面から不織布が好ましい。

【0172】

多孔性補強シート2aおよび透過性膜体2bは、透過性膜体2bを構成する樹脂成分の一部が多孔性補強シート2aの孔の内部に充填された投錨状態で接合されている。

【0173】

多孔性補強シート2aに裏打ちされた分離膜2の背圧強度は、0.2MPaを超え、0.4～0.5MPa程度に向上した。なお、背圧強度の規定方法については後述する。

【0174】

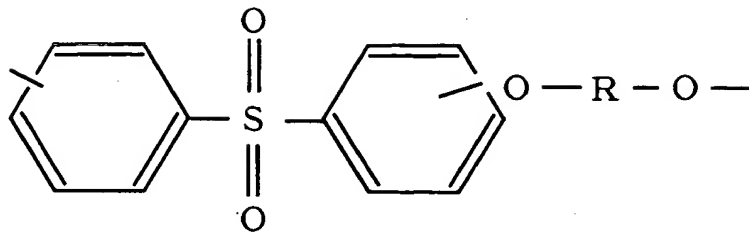
多孔性補強シート2aとして不織布を用いて背圧強度を0.2MPa以上得るためには、不織布の厚みが0.08～0.15mmであり、かつ密度が0.5～0.8g/cm³であることが好ましい。厚みが0.08mmより薄い場合または密度が0.5g/cm³より小さい場合には、補強シートとしての強度が得られず、分離膜2の背圧強度を0.2MPa以上確保することが困難である。一方、厚みが0.15mmより厚くあるいは密度が0.8g/cm³より大きい場合には、多孔性補強シート2aの濾過抵抗が大きくなったり、不織布（多孔性補強シート2a）への投錨効果が小さくなって透過性膜体2bと不織布との界面で剥離が起こりやすくなる。

【0175】

次に、上記の分離膜2の製造方法について説明する。まず、ポリスルホンに溶媒、非溶媒および膨潤剤を加えて加熱溶解し、均一な製膜溶液を調製する。ここで、ポリスルホン系樹脂は、下記の構造式（化1）に示すように、分子構造内に少なくとも1つの（-SO₂-）部位を有するものであれば特に限定されない。

【0176】

【化1】



【0177】

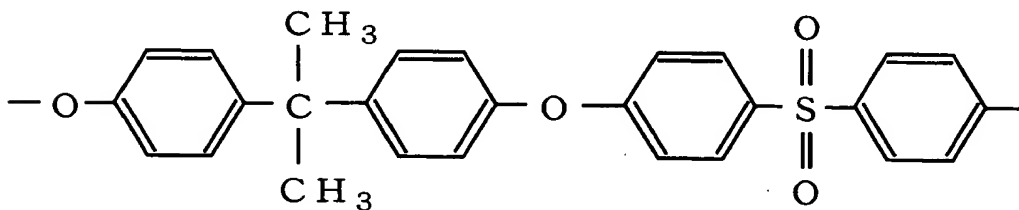
ただし、Rは2価の芳香族、脂環族もしくは脂肪族炭化水素基、またはこれらの炭化水素基が2価の有機結合基で結合された2価の有機基を示す。

【0178】

好ましくは、下記の構造式（化2）～（化4）で示されるポリスルホンが用いられる。

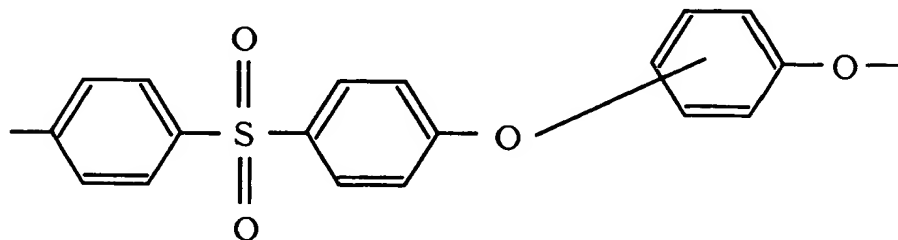
【0179】

【化2】



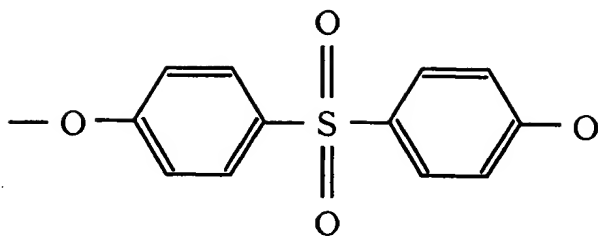
【0180】

【化3】



【0181】

【化 4】



【0 1 8 2】

また、ポリスルホンの溶媒としては、N-メチル-2-ピロリドン、ジメチルホルムアミド、ジメチルアセトアミド、ジメチルスルホキシド等を用いることが好ましい。さらに、非溶媒としては、エチレングリコール、ジエチレングリコール、プロピレングリコール、ポリエチレングリコール、グリセリン等の脂肪族多価アルコール、メタノール、エタノール、イソプロピルアルコール等の低級脂肪族アルコール、メチルエチルケトン等の低級脂肪族ケトンなどを用いることが好ましい。

【0 1 8 3】

溶媒と非溶媒の混合溶媒中の非溶媒の含有量は、得られる混合溶媒が均一である限り特に制限されないが、通常5～50重量%、好ましくは20～45重量%である。

【0 1 8 4】

多孔質構造の形成を促進し、または制御するために用いられる膨潤剤としては、塩化リチウム、塩化ナトリウム、硝酸リチウム等の金属塩、ポリエチレングリコール、ポリビニルアルコール、ポリビニルピロリドン、ポリアクリル酸等の水溶性高分子またはその金属塩、ホルムアミド等が用いられる。混合溶媒中の膨潤剤の含有量は、製膜溶液が均一である限り特に制限されないが、通常1～50重量%である。

【0 1 8 5】

製膜溶液中のポリスルホンの濃度は、通常10～30重量%が好ましい。30重量%を超えると、得られる多孔質分離膜の透水性が実用性に乏しくなり、10重量%より少ないときは、得られる多孔質分離膜の機械的強度が乏しくなり

、充分な背圧強度を得ることができない。

【0186】

次に、上記の製膜溶液を不織布支持体上に製膜する。すなわち、連続製膜装置を使用し、不織布等の支持体シートを順次送り出し、その表面に製膜溶液を塗布する。塗布方法としてはナイフコータやロールコータ等のギャップコータを用いて製膜溶液を不織布支持体上に塗布する。例えば、ロールコータを使用する場合は、2本のロールの間に製膜溶液を溜め、不織布支持体上に製膜溶液を塗布すると同時に不織布の内部に充分含浸させ、その後低湿度雰囲気を通過させ、雰囲気中の微量水分を不織布上に塗布した液膜表面に吸収させ、液膜の表面層にミクロ相分離を起こさせる。その後、凝固水槽に浸漬し、液膜全体を相分離および凝固させ、さらに水洗槽で溶媒を洗浄除去する。これにより、分離膜2が形成される。

【0187】

このように、上記の分離膜2は背圧強度が高いため、図1、図5、図6および図7のスパイラル型膜エレメント1に用いた場合に0.05～0.3MPaの背圧で逆流洗浄を行っても分離膜2の破損が生じることが防止される。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の一実施の形態におけるスパイラル型膜モジュールの一例を示す模式的断面図である。

【図2】

本発明に係るスパイラル型膜モジュールの運転方法の一例を示す模式的断面図である。

【図3】

本発明に係るスパイラル型膜モジュールの運転方法の一例を示す模式的断面図である。

【図4】

図1のスパイラル型膜モジュールに用いられるスパイラル型膜エレメントの一部切欠き斜視図である。

【図 5】

本発明に係るスパイラル型膜モジュールの運転方法のさらに他の例を示す模式的断面図である。

【図 6】

本発明の他の実施の形態におけるスパイラル型膜モジュールの一例を示す模式的断面図である。

【図 7】

本発明に係るスパイラル型膜モジュールの運転方法のさらに他の例を示す模式的断面図である。

【図 8】

図 4 のスパイラル型膜エレメントに用いられる分離膜の断面図である。

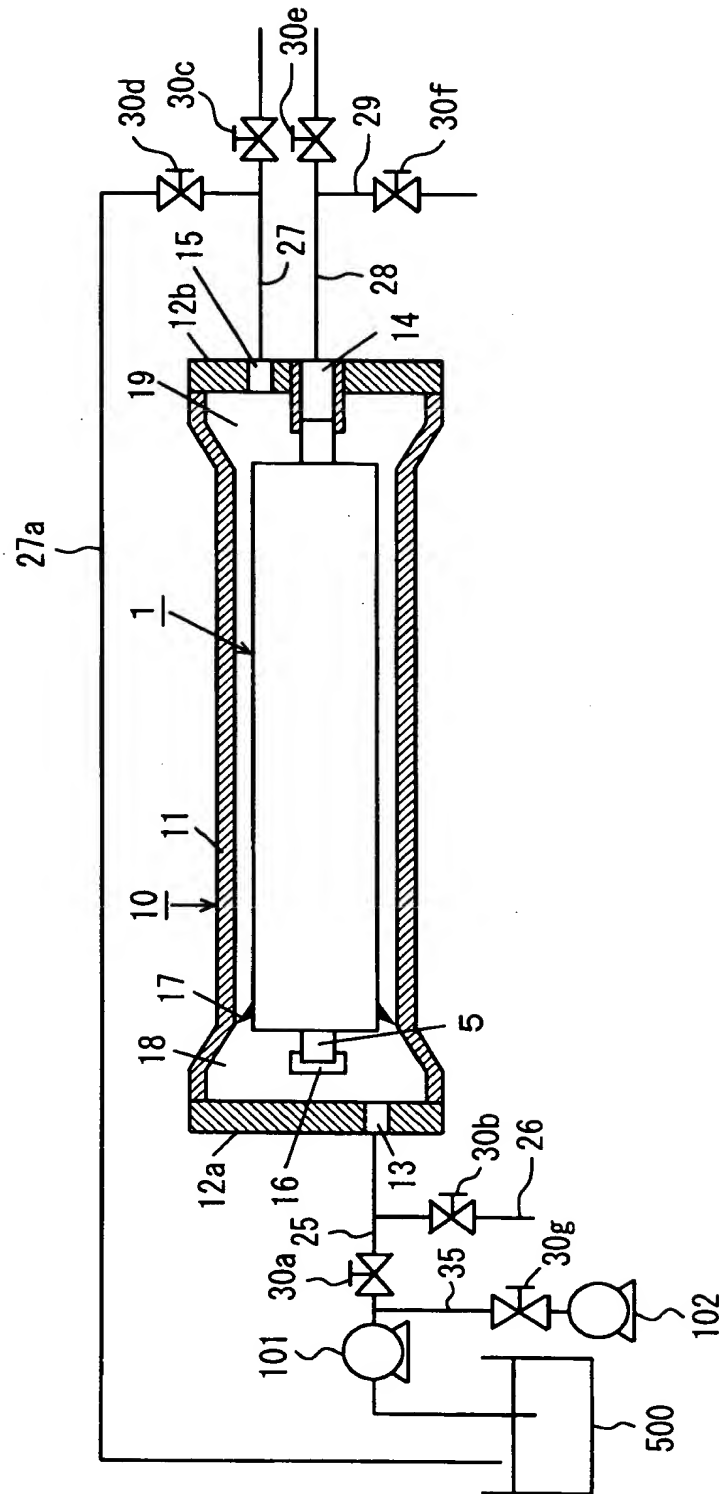
【符号の説明】

- 1 スパイラル型膜エレメント
- 2 分離膜
- 3 透過水スパーサ
- 4 封筒状膜
- 5 集水管
- 6 原水スパーサ
- 7, 3 1 原水
- 8 透過水
- 1 0, 1 0 0 圧力容器
- 1 3, 1 3 0 原水入口
- 1 4, 1 4 0 透過水出口
- 1 5, 1 3 1 原水出口
- 2 1 洗浄水

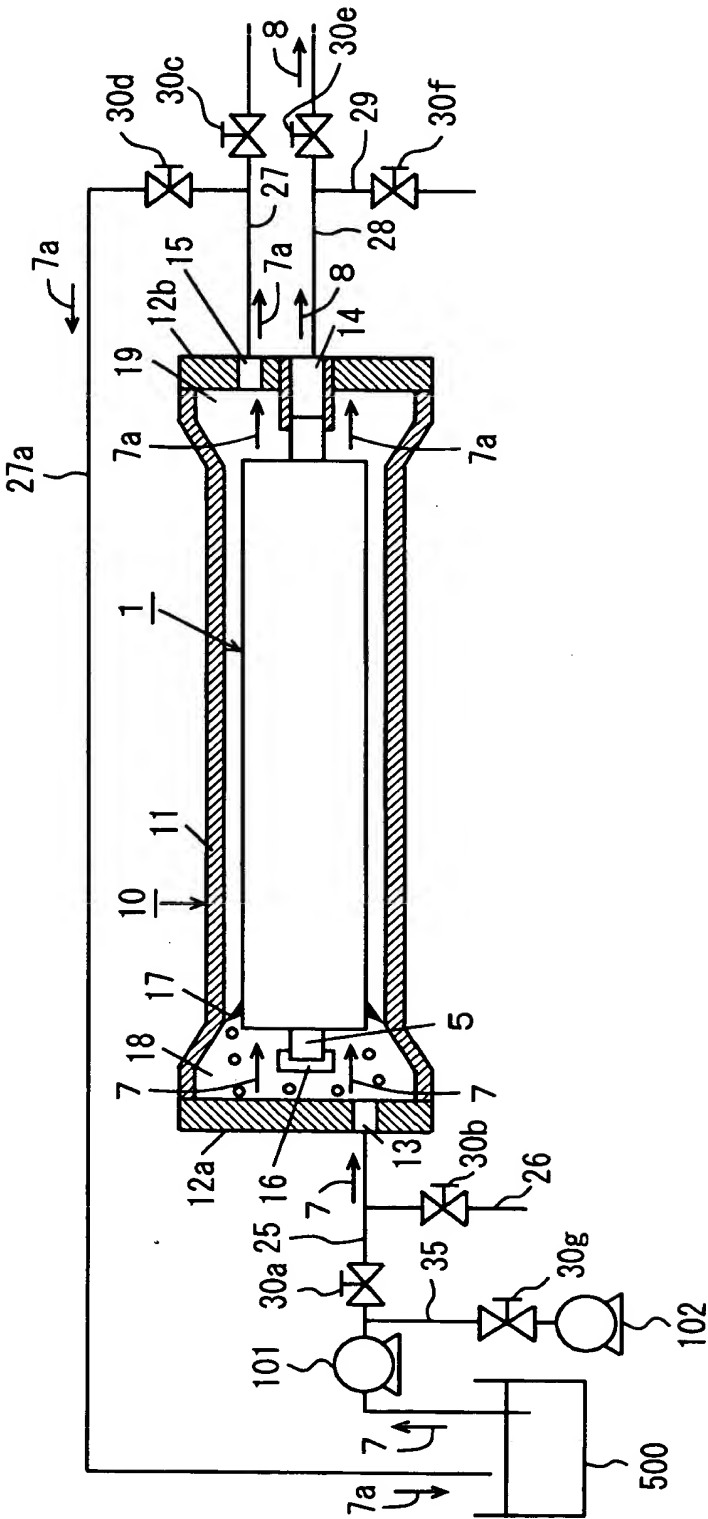
【書類名】

図面

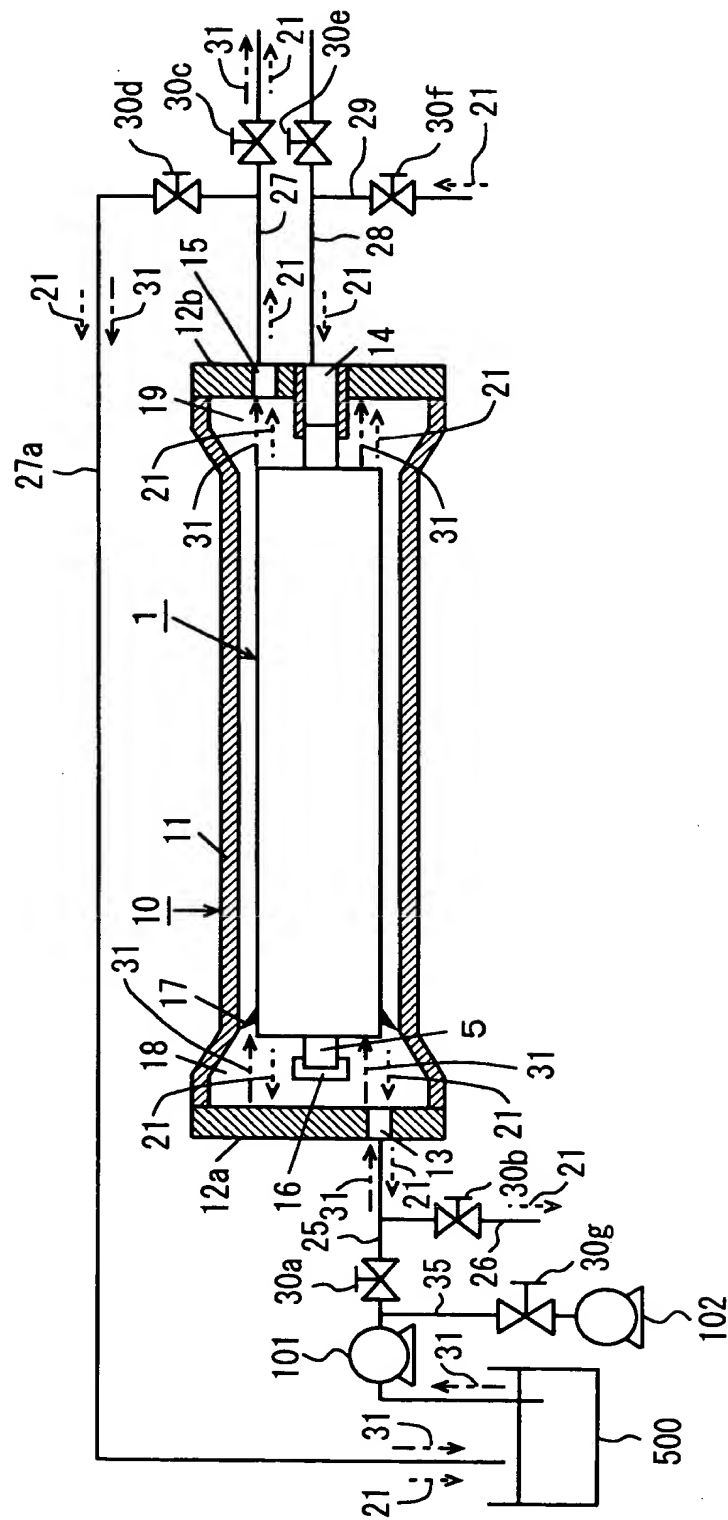
【図 1】



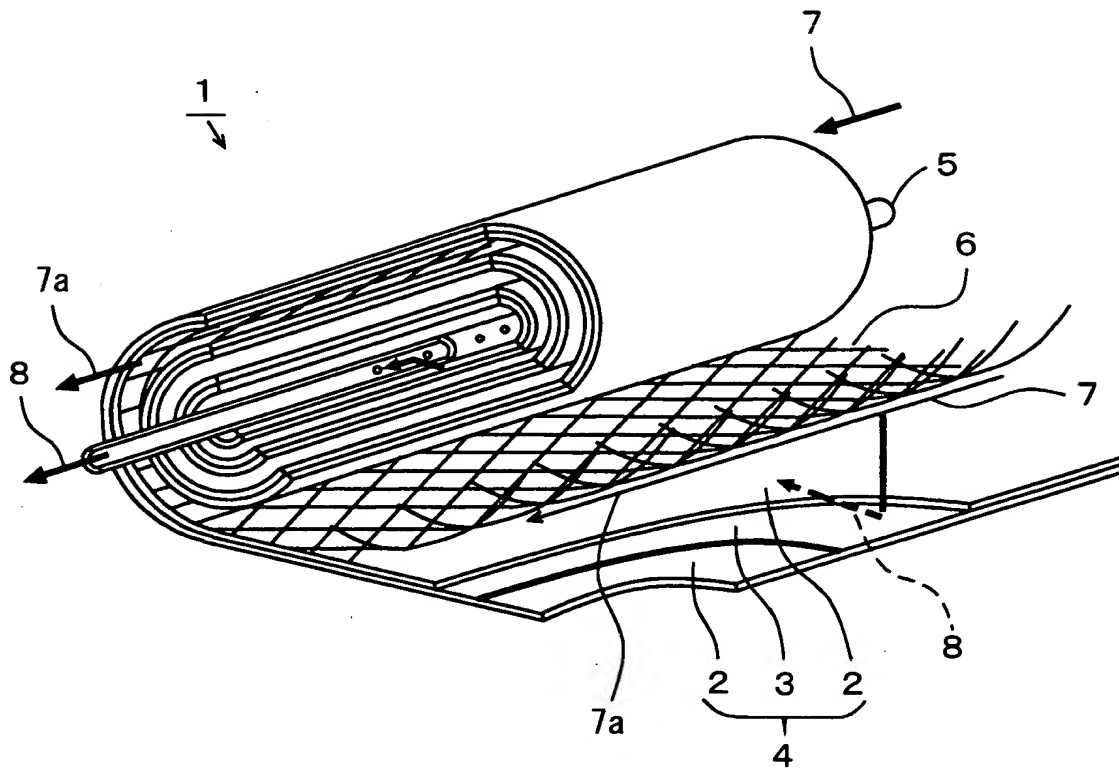
【図 2】



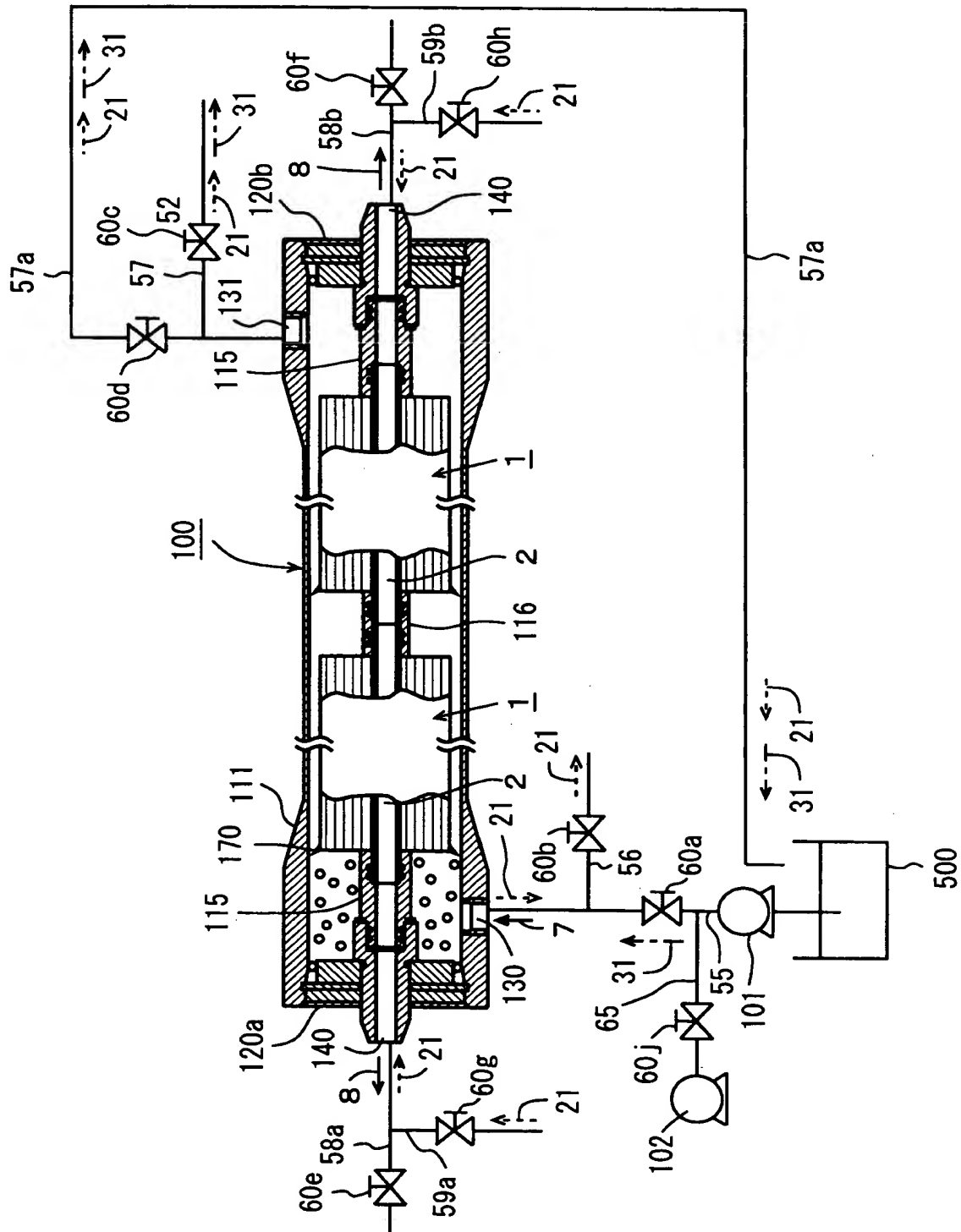
【図 3】



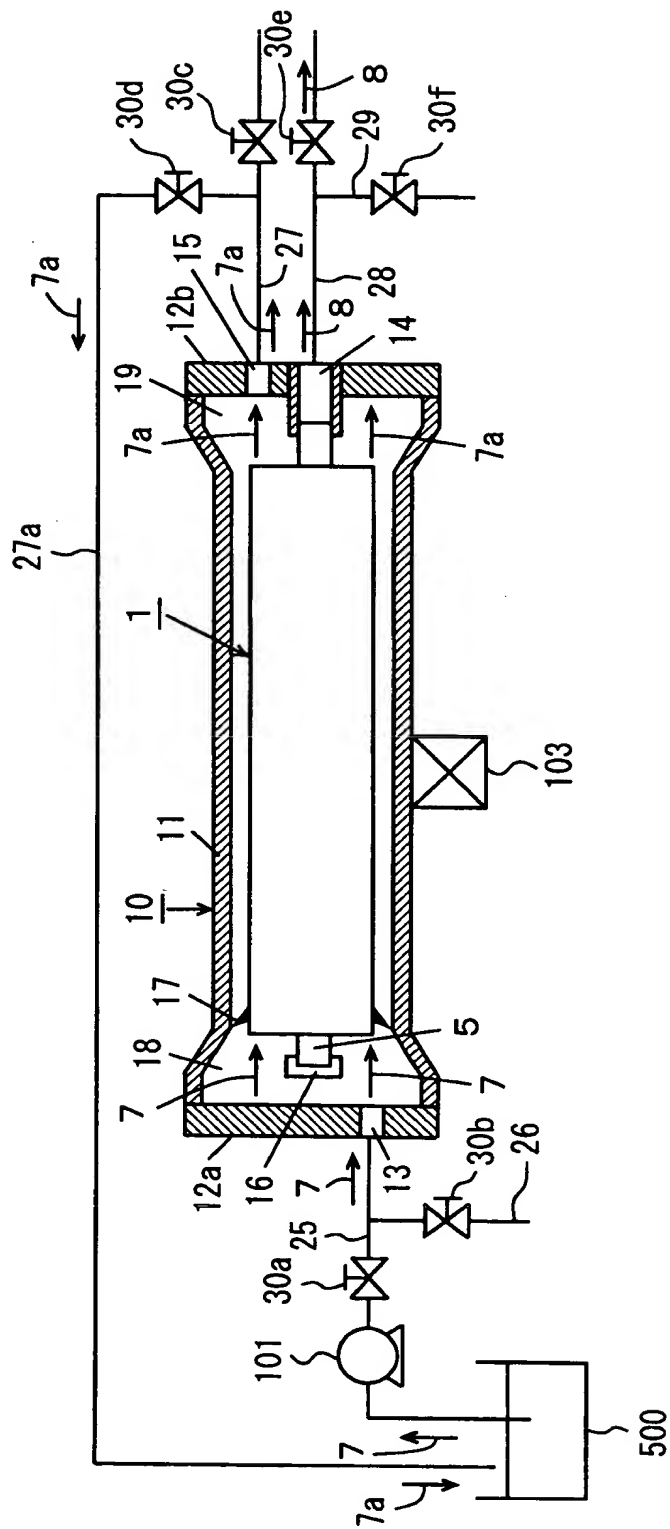
【図 4】



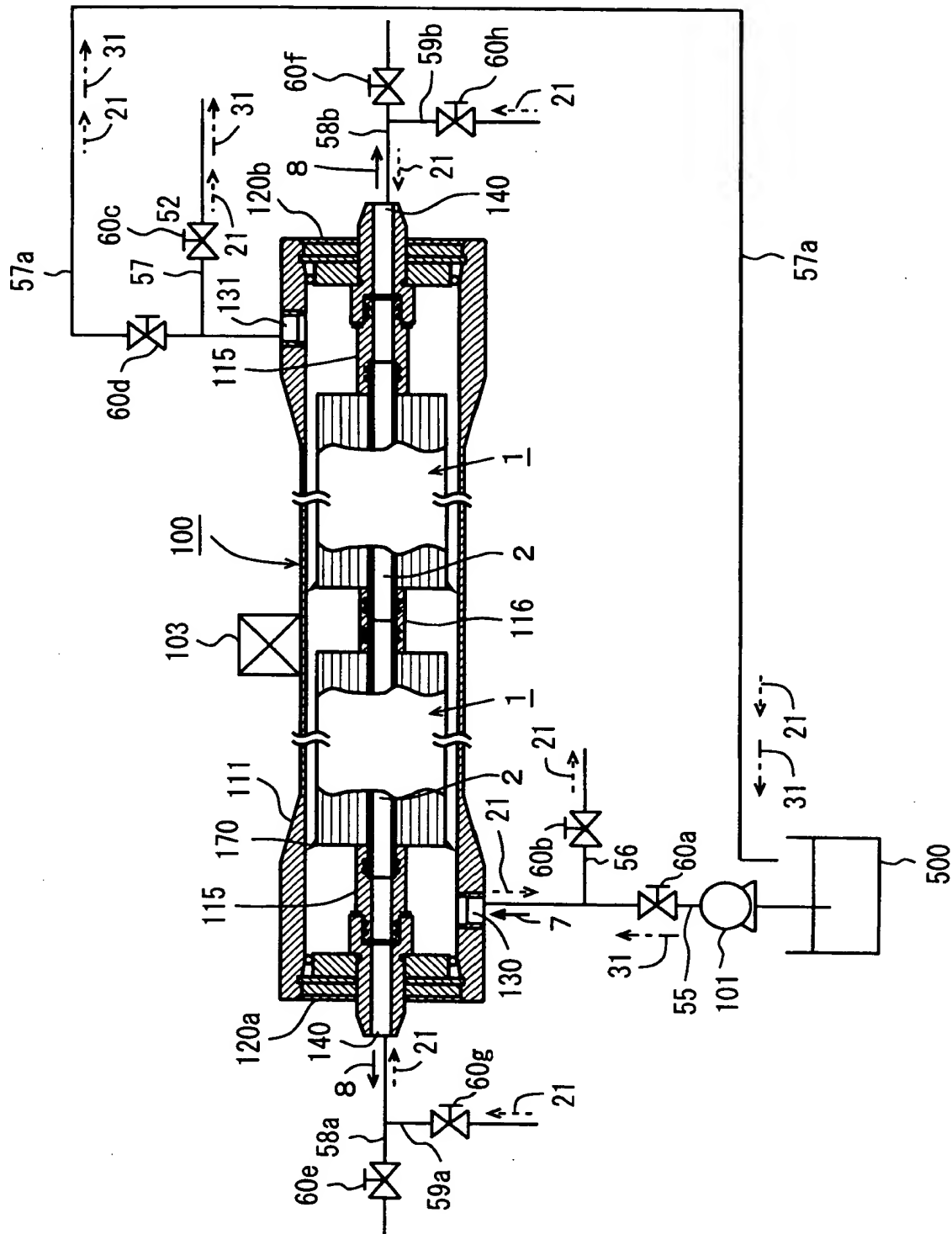
【図 5】



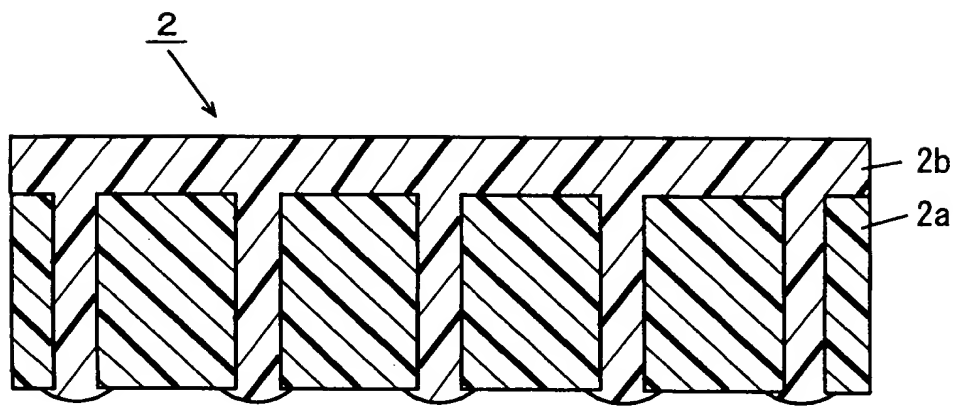
【図 6】



【图 7】



【図 8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 長期間にわたって高い透過流束を維持しつつ低コストで安定した濾過運転を行うことができるスパイラル型膜エレメントおよびスパイラル型膜モジュールの運転方法を提供することである。

【解決手段】 スパイラル型膜モジュールは、背圧強度の高い分離膜を有するスパイラル型膜エレメント 1 を備える。散気装置 1 0 2 により気泡が散出された原水 7 が、圧力容器 1 0 内のスパイラル型膜エレメント 1 に供給される。原水 7 のうち、一部の原水はスパイラル型膜エレメント 1 の軸方向に流れ、圧力容器 1 0 の原水出口 1 5 から外部に排出された後、さらに配管 2 7 a を介して原水タンク 5 0 0 へ戻される。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000003964]

1. 変更年月日	1990年 8月31日
[変更理由]	新規登録
住 所	大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号
氏 名	日東電工株式会社